

PAT-NO: JP411259922A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 11259922 A
TITLE: METHOD AND DEVICE FOR MANUFACTURING OPTICAL DISK
PUBN-DATE: September 24, 1999

INVENTOR-INFORMATION:
NAME COUNTRY
FURUTA, MASAHIRO N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:
NAME COUNTRY
NIKON CORP N/A

APPL-NO: JP10058121
APPL-DATE: March 10, 1998

INT-CL (IPC): G11B011/10, C23C014/34, C23C014/56, G11B007/26

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent the deterioration in an interfacial state between functional films due to gaseous Ar when plural functional films are formed successively, to arrange an adhesive state of target substance in an interfacial vicinity between functional films without complicatedly positioning and to improve a throughput.

SOLUTION: Plural sputtering targets 13b-16b are confronted with an optical disk substrate 22 in a film forming chamber 1 to be arranged; and shutters (e.g. 23, 24, 26) set up between the targets (e.g. 13b, 14b, 16b) and the substrate 22 required for forming the functional films are opened while discharging the targets at every timing respectively starting forming of plural functional films. Together with that, by closing the shutter (e.g. 25) set up between the target (e.g. 15b) useless for forming the functional films and the substrate 22, plural functional films are formed successively on the substrate 22.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-259922

(43)公開日 平成11年(1999)9月24日

(51)Int.Cl.⁶
G 11 B 11/10
C 23 C 14/34
14/56
G 11 B 7/26

識別記号
5 4 1
C
J
5 3 1

F I
G 11 B 11/10
C 23 C 14/34
14/56
G 11 B 7/26

5 4 1 B
C
J
5 3 1

審査請求 未請求 請求項の数11 OL (全24頁)

(21)出願番号 特願平10-58121

(22)出願日 平成10年(1998)3月10日

(71)出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72)発明者 古田 正寛

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内

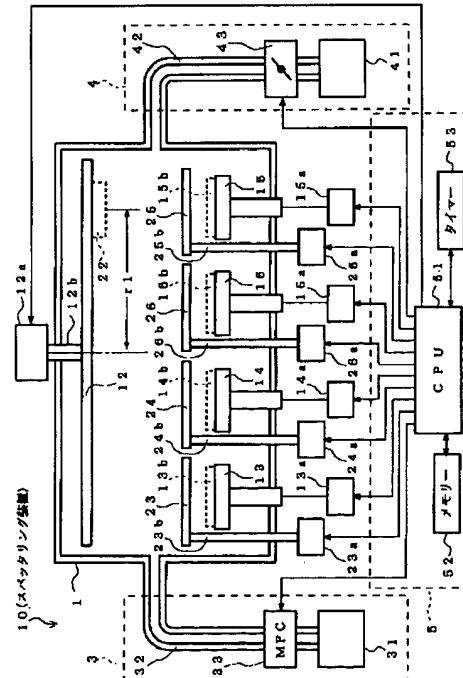
(74)代理人 弁理士 古谷 史旺 (外1名)

(54)【発明の名称】 光ディスクの製造方法および製造装置

(57)【要約】

【課題】 複数の機能膜を順次形成する際に、Arガスによる機能膜間の界面状態の変質を防止できると共に、複雑な位置合わせを行うことなく機能膜間の界面付近におけるターゲット物質の付着状態を揃えることもでき、かつスループットの向上が図られた光ディスクの製造方法および製造装置を提供すること。

【解決手段】 1つの成膜室1内に複数のスパッタリングターゲット13b~16bと光ディスク基板22とを対向させて配置し、複数の機能膜の各々の形成を開始するタイミングごとに、ターゲットは放電させたまま、当該機能膜の形成に必要なターゲット（例えば13b, 14b, 16b）と基板22との間に設置されているシャッター（例えば23, 24, 26）を開放すると共に、当該機能膜の形成に不要なターゲット（例えば15b）と基板22との間に設置されているシャッター（例えば25）を閉鎖することにより、複数の機能膜を基板22上に順次形成する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 1つの成膜室内に複数のターゲットと光ディスクの基板とを対向させて配置し、前記基板上に情報の記録再生に寄与する複数の機能膜をスパッタリングによって形成するに当たり、前記複数の機能膜の各々の形成を開始するタイミングごとに、ターゲットは放電させたまま、当該機能膜の形成に必要なターゲットと前記基板との間に設置されているシャッターを開放すると共に、当該機能膜の形成に不要なターゲットと前記基板との間に設置されているシャッターを閉鎖することにより、前記複数の機能膜を順次形成することを特徴とする光ディスクの製造方法。

【請求項2】 1つの成膜室内に複数のターゲットと光ディスクの基板とを対向させて配置し、前記基板上に情報の記録再生に寄与する複数の機能膜をスパッタリングによって形成するに当たり、前記複数の機能膜の各々の形成を開始するタイミングごとに、当該機能膜の形成に必要なターゲットを放電状態にすると共に、当該機能膜の形成に不要なターゲットを非放電状態にすることにより、前記複数の機能膜を順次形成することを特徴とする光ディスクの製造方法。

【請求項3】 1つの成膜室内に複数のターゲットと光ディスクの基板とを対向させて配置し、前記基板上に情報の記録再生に寄与する複数の機能膜をスパッタリングによって形成するに当たり、前記複数の機能膜の各々の形成を開始するタイミングごとに、当該機能膜の形成に必要なターゲットへの印加電力を予め用意した最適値に設定することにより、前記複数の機能膜を順次形成することを特徴とする光ディスクの製造方法。

【請求項4】 1つの成膜室内に複数のターゲットと光ディスクの基板とを対向させて配置し、前記基板上に情報の記録再生に寄与する複数の機能膜をスパッタリングによって形成するに当たり、前記複数の機能膜の各々の形成を開始するタイミングごとに、前記成膜室のガス圧力を予め用意した最適値に設定することにより、前記複数の機能膜を順次形成することを特徴とする光ディスクの製造方法。

【請求項5】 1つの成膜室内に複数のターゲットと光ディスクの基板とを対向させて配置し、前記基板を所定の軸を中心公転させながら、該基板上に情報の記録再生に寄与する複数の機能膜をスパッタリングによって形成するに当たり、前記複数の機能膜の各々の形成を開始するタイミングごとに、前記基板の公転の回転数を予め用意した最適値に設定することにより、前記複数の機能膜を順次形成することを特徴とする光ディスクの製造方法。

【請求項6】 光ディスクの基板を保持する基板ホルダ、および複数のスパッタリング用のターゲットを個別に保持する複数のターゲットホルダが、内部で対向して配置された成膜室と、

前記成膜室内を排気する排気手段と、

前記成膜室内にスパッタリングガスを供給するガス供給手段と、

前記複数のターゲットホルダに保持された各ターゲットに電力を印加する電力印加手段と、

前記複数のターゲットホルダ各々と前記基板ホルダとの間に個別に設置された複数のシャッターと、

前記複数のシャッターを個別に開放または閉鎖するシャッター開閉駆動手段と、

前記基板上に情報の記録再生に寄与する複数の機能膜を順次形成するに当たって、前記シャッター開閉駆動手段に対し、前記複数の機能膜の各々の形成を開始するタイミングごとに、当該機能膜の形成に必要なターゲットのシャッターを開放すると共に、当該機能膜の形成に不要なターゲットのシャッターを閉鎖させる制御信号を出力する制御手段とを備えていることを特徴とする光ディスクの製造装置。

【請求項7】 光ディスクの基板を保持する基板ホルダ、および複数のスパッタリング用のターゲットを個別に保持する複数のターゲットホルダが、内部で対向して配置された成膜室と、

前記成膜室内を排気する排気手段と、

前記成膜室内にスパッタリングガスを供給するガス供給手段と、

前記複数のターゲットホルダに保持された各ターゲットに電力を印加する電力印加手段と、

前記基板上に情報の記録再生に寄与する複数の機能膜を順次形成するに当たって、前記電力印加手段に対し、前記複数の機能膜の各々の形成を開始するタイミングごとに、当該機能膜の形成に必要なターゲットを放電状態にすると共に、当該機能膜の形成に不要なターゲットを非放電状態にさせる制御信号を出力する制御手段とを備えていることを特徴とする光ディスクの製造装置。

【請求項8】 光ディスクの基板を保持する基板ホルダ、および複数のスパッタリング用のターゲットを個別に保持する複数のターゲットホルダが、内部で対向して配置された成膜室と、

前記成膜室内を排気する排気手段と、

前記成膜室内にスパッタリングガスを供給するガス供給手段と、

前記複数のターゲットホルダに保持された各ターゲットに電力を印加する電力印加手段と、

前記基板上に情報の記録再生に寄与する複数の機能膜を順次形成するに当たって、前記電力印加手段に対し、前記複数の機能膜の各々の形成を開始するタイミングごとに、当該機能膜の形成に必要なターゲットへの印加電力を予め用意した最適値に設定させる制御信号を出力する制御手段とを備えていることを特徴とする光ディスクの製造装置。

【請求項9】 光ディスクの基板を保持する基板ホルダ、および複数のスパッタリング用のターゲットを個別に保持する複数のターゲットホルダが、内部で対向して配置された成膜室と、

【請求項9】 光ディスクの基板を保持する基板ホルダ、および複数のスパッタリング用のターゲットを個別に保持する複数のターゲットホルダが、内部で対向して配置された成膜室と、
前記成膜室内を排気する排気手段と、
前記成膜室内にスパッタリングガスを供給するガス供給手段と、
前記複数のターゲットホルダに保持された各ターゲットに電力を印加する電力印加手段と、
前記基板上に情報の記録再生に寄与する複数の機能膜を順次形成するに当たって、前記ガス供給手段に対し、前記複数の機能膜の各々の形成を開始するタイミングごとに、前記成膜室内へのスパッタリングガスの供給量を予め用意した最適値に設定させる制御信号を出力する制御手段とを備えていることを特徴とする光ディスクの製造装置。

【請求項10】 光ディスクの基板を保持する基板ホルダ、および複数のスパッタリング用のターゲットを個別に保持する複数のターゲットホルダが、内部で対向して配置された成膜室と、
前記成膜室内を排気する排気手段と、
前記成膜室内にスパッタリングガスを供給するガス供給手段と、
前記複数のターゲットホルダに保持された各ターゲットに電力を印加する電力印加手段と、
前記基板上に情報の記録再生に寄与する複数の機能膜を順次形成するに当たって、前記ガス供給手段に対し、前記複数の機能膜の各々の形成を開始するタイミングごとに、前記成膜室内からの排気量を予め用意した最適値に設定させる制御信号を出力する制御手段とを備えていることを特徴とする光ディスクの製造装置。

【請求項11】 光ディスクの基板を保持する基板ホルダ、および複数のスパッタリング用のターゲットを個別に保持する複数のターゲットホルダが、内部で対向して配置された成膜室と、
前記成膜室内を排気する排気手段と、
前記成膜室内にスパッタリングガスを供給するガス供給手段と、
前記複数のターゲットホルダに保持された各ターゲットに電力を印加する電力印加手段と、
前記基板ホルダに保持された前記基板を所定の軸を中心に公転させる基板回転手段と、
前記基板上に情報の記録再生に寄与する複数の機能膜を順次形成するに当たって、前記基板回転手段に対し、前記複数の機能膜の各々の形成を開始するタイミングごとに、前記基板の回転数を予め用意した最適値に設定させる制御信号を出力する制御手段とを備えていることを特徴とする光ディスクの製造装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、情報の書き換えが可能な光ディスクの製造方法および製造装置に関する。

【0002】

【従来の技術】情報の書き換えが可能な光ディスクは、主としてオーディオ用やコンピュータ用の記録媒体として注目され、その大容量化や、情報の書き換え速度の高速化が望まれている。このような書き換え可能な光ディスクは、情報の記録再生に寄与する複数の機能膜（メモリー膜など）が基板上に形成されたものである。

10 【0003】また、光ディスクは、機能膜の材料や記録再生方式の違いによって、光磁気ディスクと相変化ディスクとに大別される。以下、光磁気ディスクを例に説明を行う。因みに、光磁気ディスクは、基板上に磁性体からなる複数の機能膜が形成されたものである。個々の機能膜には、所定の磁気特性（キュリー温度、保磁力など）が与えられている。例えば、情報を保持する機能膜（メモリー膜）は、その膜面に対して磁化が垂直に配向する磁性体（垂直磁化膜）で構成され、高い保磁力をもつ膜である。

20 【0004】なお、光磁気ディスクの情報は、上記したメモリー膜の磁化の向きで表される。また、光磁気ディスクにおける情報の記録再生は、磁性体からなる複数の機能膜間を伝達する交換結合力により、磁化の向きが転写されることで行われる。近年、光磁気ディスクの書き換え速度を高めるために、光変調ダイレクトオーバーライト（以下「LIMDOW」という）記録方式が提案された。LIMDOW記録方式の光磁気ディスクでは、既に記録されている情報を新たな情報に書き換えるに当たって、既に記録されている情報を一旦消去する必要がなく、記録ビームを新たな情報に応じて変調（高レベル／低レベル）させながら照射するだけで、既に記録されている情報の消去とほぼ同時に新たな情報の書き込みを行うことができる。

30 【0005】一方、光磁気ディスクの大容量化への要求に応えるために、磁気超解像（Magnetically induced Super Resolution、以下「MSR」という）再生方式が提案された。MSR再生方式の光磁気ディスクでは、再生ビームの照射によってビームスポット内に生じる温度分布を利用し、ビームスポットよりも小さいアーチャー領域のみで、高密度に記録された記録マークを1つずつ正確に再生することができる。

40 【0006】ところで、上記したLIMDOW記録方式やMSR再生方式の光磁気ディスクを製造するに当たって、磁性体からなる複数の機能膜は、スパッタリング法を用いて順次基板上に形成される。このとき、1つの機能膜の形成は一般に、1つのプロセスで行われている。また、プロセスとプロセスの間には、次のプロセスにおける成膜条件を安定化させる（プリスパッタリング）ため、放電が一旦停止される。

50 【0007】なお、LIMDOW記録方式やMSR再生

方式の光磁気ディスクを構成する個々の機能膜の形成は、その機能膜に付与すべき磁気特性（キュリー温度、保磁力など）に応じて、1つの合金ターゲットを放電させる枚葉式スパッタリング、または複数の単体ターゲットを同時放電させるコスパッタリングを用いて行われる。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかし、LIMDOW記録方式やMSR再生方式の光磁気ディスクは、歩留まりが悪いという問題があった。

【0009】一般に、プロセスとプロセスの間での放電停止により真空チャンバー内のプラズマが途絶えると、形成された機能膜の表面状態は、Arガスの付着により変質しまうことが知られている。このようなArガスの付着による表面状態の変質は、そのまま隣接する機能膜間の界面状態の変質となり、交換結合力の伝達に多大な損失を与える。

【0010】また、プロセスとプロセスの間での放電停止に掛かる時間や、放電停止中のArガス雰囲気は、通常、ロットによって異なっている。したがって、異なるロットで製造された光磁気ディスクを比べると、上記した機能膜間の界面状態における変質の程度、すなわち、交換結合力の伝達における損失の程度が異なったものとなる。

【0011】上記したLIMDOW記録方式やMSR再生方式の光磁気ディスクは、その機能を達成する上で交換結合力の伝達が重要であるため、異なるロットで製造された場合には、その機能上の特性にばらつきが生じることになる。また、機能膜間の界面状態における変質の程度によっては、LIMDOW記録やMSR再生の機能が十分に達成されない光磁気ディスクとなってしまい、歩留まり低下の要因となる。

【0012】さらに、LIMDOW記録方式やMSR再生方式の光磁気ディスクでは、上記した機能膜間の界面状態の変質だけでなく、機能膜間の界面付近におけるターゲット物質の付着状態が相違する場合にも、その機能にばらつきが生じることになる。このターゲット物質の付着状態の相違は、上記した合金ターゲットの放電により形成された機能膜と上記した同時スパッタリングにより形成された機能膜との界面付近、および、同時スパッタリングで形成された機能膜どうしの界面付近に、上記したプロセスとプロセスの間での放電停止が原因となって生じる。

【0013】ここで、合金ターゲットで形成された機能膜と同時スパッタリングで形成された機能膜との界面付近において、ターゲット物質の付着状態は、同時スパッタリングで形成された機能膜の表面（希土類金属または遷移金属）に応じて、少なくとも2通りの異なる状態を取り得る。また、同時スパッタリングで形成された機能膜どうしの界面付近において、ターゲット物質の付着状

態は、希土類金属または遷移金属の組み合わせに応じて、少なくとも4通りの異なる状態を取り得る。

【0014】ここで、上記したターゲット物質の付着状態は、1ロットで1つの基板を成膜対象とする場合、次のプロセスを開始する際に基板とターゲットとの位置合わせを行うことで揃えることができる。しかし、次のプロセスを開始するごとに位置合わせを行うのは、作業が非常に繁雑になるため困難である。

【0015】また、1ロットで複数の基板を同時に成膜対象とする場合にも、同時スパッタリングで形成された機能膜どうしの界面付近におけるターゲット物質の付着状態は、次のプロセスを開始する際に同様の位置合わせを行うことで揃えることができる。しかし、この場合には、合金ターゲットで形成された機能膜と同時スパッタリングで形成された機能膜との界面付近におけるターゲット物質の付着状態は、例え位置合わせを行っても揃えることができない。

【0016】一方、上記したプロセスとプロセスの間で行われるプリスパッタリングは、各機能膜ごとに数秒から數十秒の時間を必要とする。このため、LIMDOW記録方式やMSR再生方式の光磁気ディスクの製造におけるスループットが低下され、コスト増大の原因となっていた。さらに、LIMDOW記録方式やMSR再生方式の光磁気ディスクは、上記のように、合金ターゲットで形成される機能膜と同時スパッタリングで形成される機能膜との組み合わせにて構成されるため、複数の機能膜の形成に必要なターゲットの数が多く、1つの真空チャンバー内で製造することはできなかった。一般的な製造用スパッタリング装置では、1つの真空チャンバー内には多くても4つのターゲットしか配置できないからである。

【0017】本発明の目的は、複数の機能膜を順次形成する際に、Arガスによる機能膜間の界面状態の変質を防止できると共に、複雑な位置合わせを行なうことなく機能膜間の界面付近におけるターゲット物質の付着状態を揃えることもでき、かつスループットの向上が図られた光ディスクの製造方法および製造装置を提供することにある。

【0018】【課題を解決するための手段】請求項1に記載した光ディスクの製造方法は、1つの成膜室内に複数のターゲットと光ディスクの基板とを対向させて配置し、基板上に情報の記録再生に寄与する複数の機能膜をスパッタリングによって形成するに当たり、複数の機能膜の各々の形成を開始するタイミングごとに、ターゲットは放電せたまま、当該機能膜の形成に必要なターゲットと基板との間に設置されているシャッターを開放すると共に、当該機能膜の形成に不要なターゲットと基板との間に設置されているシャッターを閉鎖することにより、複数の機能膜を順次形成するものである。

【0019】また、請求項2に記載した光ディスクの製造方法は、1つの成膜室内に複数のターゲットと光ディスクの基板とを対向させて配置し、基板上に情報の記録再生に寄与する複数の機能膜をスパッタリングによって形成するに当たり、複数の機能膜の各々の形成を開始するタイミングごとに、当該機能膜の形成に必要なターゲットを放電状態にすると共に、当該機能膜の形成に不要なターゲットを非放電状態にすることにより、複数の機能膜を順次形成するものである。

【0020】また、請求項3に記載した光ディスクの製造方法は、1つの成膜室内に複数のターゲットと光ディスクの基板とを対向させて配置し、基板上に情報の記録再生に寄与する複数の機能膜をスパッタリングによって形成するに当たり、複数の機能膜の各々の形成を開始するタイミングごとに、当該機能膜の形成に必要なターゲットへの印加電力を予め用意した最適値に設定することにより、複数の機能膜を順次形成するものである。

【0021】また、請求項4に記載した光ディスクの製造方法は、1つの成膜室内に複数のターゲットと光ディスクの基板とを対向させて配置し、基板上に情報の記録再生に寄与する複数の機能膜をスパッタリングによって形成するに当たり、複数の機能膜の各々の形成を開始するタイミングごとに、当該機能膜の形成に必要なターゲットへの印加電力を予め用意した最適値に設定することにより、複数の機能膜を順次形成するものである。

【0022】また、請求項5に記載した光ディスクの製造方法は、1つの成膜室内に複数のターゲットと光ディスクの基板とを対向させて配置し、基板を所定の軸を中心公転させながら、この基板上に情報の記録再生に寄与する複数の機能膜をスパッタリングによって形成するに当たり、複数の機能膜の各々の形成を開始するタイミングごとに、基板の公転の回転数を予め用意した最適値に設定することにより、複数の機能膜を順次形成するものである。

【0023】また、請求項6に記載した光ディスクの製造装置は、光ディスクの基板を保持する基板ホルダ、および複数のスパッタリング用のターゲットを個別に保持する複数のターゲットホルダが、内部で対向して配置された成膜室と、成膜室内を排気する排気手段と、成膜室内にスパッタリングガスを供給するガス供給手段と、複数のターゲットホルダに保持された各ターゲットに電力を印加する電力印加手段と、複数のターゲットホルダ各々と基板ホルダとの間に個別に設置された複数のシャッターと、複数のシャッターを個別に開放または閉鎖するシャッター開閉駆動手段と、基板上に情報の記録再生に寄与する複数の機能膜を順次形成するに当たり、シャッター開閉駆動手段に対し、複数の機能膜の各々の形成を開始するタイミングごとに、ターゲットを放電させた状態のまま、当該機能膜の形成に必要なターゲットのシャッターを開放させると共に、当該機能膜の形成に不要

なターゲットのシャッターを閉鎖させる制御信号を出力する制御手段とを備えたものである。

【0024】また、請求項7に記載した光ディスクの製造装置は、光ディスクの基板を保持する基板ホルダ、および複数のスパッタリング用のターゲットを個別に保持する複数のターゲットホルダが、内部で対向して配置された成膜室と、成膜室内を排気する排気手段と、成膜室内にスパッタリングガスを供給するガス供給手段と、複数のターゲットホルダに保持された各ターゲットに電力を印加する電力印加手段と、基板上に情報の記録再生に寄与する複数の機能膜を順次形成するに当たり、電力印加手段に対し、複数の機能膜の各々の形成を開始するタイミングごとに、当該機能膜の形成に必要なターゲットを放電状態にさせると共に、当該機能膜の形成に不要なターゲットを非放電状態にさせる制御信号を出力する制御手段とを備えたものである。

【0025】また、請求項8に記載した光ディスクの製造装置は、光ディスクの基板を保持する基板ホルダ、および複数のスパッタリング用のターゲットを個別に保持する複数のターゲットホルダが、内部で対向して配置された成膜室と、成膜室内を排気する排気手段と、成膜室内にスパッタリングガスを供給するガス供給手段と、複数のターゲットホルダに保持された各ターゲットに電力を印加する電力印加手段と、基板上に情報の記録再生に寄与する複数の機能膜を順次形成するに当たり、電力印加手段に対し、複数の機能膜の各々の形成を開始するタイミングごとに、当該機能膜の形成に必要なターゲットへの印加電力を予め用意した最適値に設定させる制御信号を出力する制御手段とを備えたものである。

【0026】また、請求項9に記載した光ディスクの製造装置は、光ディスクの基板を保持する基板ホルダ、および複数のスパッタリング用のターゲットを個別に保持する複数のターゲットホルダが、内部で対向して配置された成膜室と、成膜室内を排気する排気手段と、成膜室内にスパッタリングガスを供給するガス供給手段と、複数のターゲットホルダに保持された各ターゲットに電力を印加する電力印加手段と、基板上に情報の記録再生に寄与する複数の機能膜を順次形成するに当たり、ガス供給手段に対し、複数の機能膜の各々の形成を開始するタイミングごとに、成膜室内へのスパッタリングガスの供給量を予め用意した最適値に設定させる制御信号を出力する制御手段とを備えたものである。

【0027】また、請求項10に記載した光ディスクの製造装置は、光ディスクの基板を保持する基板ホルダ、および複数のスパッタリング用のターゲットを個別に保持する複数のターゲットホルダが、内部で対向して配置された成膜室と、成膜室内を排気する排気手段と、成膜室内にスパッタリングガスを供給するガス供給手段と、複数のターゲットホルダに保持された各ターゲットに電力を印加する電力印加手段と、基板上に情報の記録再生

に寄与する複数の機能膜を順次形成するに当たって、排気手段に対し、複数の機能膜の各々の形成を開始するタイミングごとに、成膜室内からの排気量を予め用意した最適値に設定させる制御信号を出力する制御手段とを備えたものである。

【0028】また、請求項11に記載した光ディスクの製造装置は、光ディスクの基板を保持する基板ホルダ、および複数のスパッタリング用のターゲットを個別に保持する複数のターゲットホルダが、内部で対向して配置された成膜室と、成膜室内を排気する排気手段と、成膜室内にスパッタリングガスを供給するガス供給手段と、複数のターゲットホルダに保持された各ターゲットに電力を印加する電力印加手段と、基板ホルダに保持された基板を所定の軸を中心に公転させる基板回転手段と、基板上に情報の記録再生に寄与する複数の機能膜を順次形成するに当たって、基板回転手段に対し、複数の機能膜の各々の形成を開始するタイミングごとに、基板の回転数を予め用意した最適値に設定させる制御信号を出力する制御手段とを備えたものである。

【0029】

【発明の実施の形態】(第1実施形態)まず、本発明の第1実施形態について図1～図5を用いて説明する。なお、この第1実施形態は、請求項1、請求項3～請求項6、請求項8、請求項9、請求項11に対応する。

【0030】第1実施形態のスパッタリング装置10は、磁性体からなる複数の機能膜を順次、放電を停止することなく連続的に形成するためのものである。個々の機能膜の形成には、複数の単体ターゲットを同時放電させる同時スパッタリングが用いられる。なお、第1実施形態では、LIMDOW記録方式の光磁気ディスク60(図3、詳細は後述する)を製造するに当たって、情報の記録再生に寄与する6つの機能膜61～66(何れも磁性体からなる)を、連続的に形成する場合を例に説明する。

【0031】また、第1実施形態では、説明を分かりやすくするために、1つの光磁気ディスク60(図3)を製造する場合について説明する。同時に複数の光磁気ディスク60を製造する場合については、後述する第2実施形態で説明することにする。第1実施形態のスパッタリング装置10は、図1に示されるように、真空チャンバー1(成膜室)の内部で対向して配置された基板ホルダ12および4つのターゲットホルダ13、14、15、16と、真空チャンバー1の側壁に取り付けられたガス供給系3(ガス供給手段)および排気系4(排気手段)と、制御回路5(制御手段)とで構成されている。

【0032】このうち基板ホルダ12には、回転モータ12a(基板回転手段)が回転軸12bを介して接続されている。この回転モータ12aは、基板ホルダ12を回転軸12bの周りに所定の回転数で自転せるものである。また、基板ホルダ12は、回転軸12bから距離

r_1 だけ離れた位置に、1つの基板22(例えば、透明ポリカーボネート製基板、直径86mm)を保持している。

【0033】基板ホルダ12に保持された基板22は、基板ホルダ12の自転によって、スパッタリング時に、回転軸12bを中心に所定の回転数で公転される(公転半径 r_1)。なお、基板22の表面(ターゲットホルダ13、14、15、16と対向する面)には、ガイド溝がスパイラル状に形成されている。

【0034】また、上記のターゲットホルダ13には、スパッタリング電源13a(電力印加手段)が接続されている。このスパッタリング電源13aは、ターゲットホルダ13に保持されたターゲット13bに所定の電力を印加するものである。同様に、他の3つのターゲットホルダ14、15、16にも、スパッタリング電源14a、15a、16a(電力印加手段)が各々接続されている。これらのスパッタリング電源14a、15a、16aは、ターゲットホルダ14、15、16に保持されたターゲット14b、15b、16bに各々、所定の電力を印加するものである。

【0035】なお、4つのターゲット13b～16bは、スパッタリング電源13a～16aによって所定のしきい値 P_s (しきい値はガス圧などによって変動し不安定なものであるが、例えば30W)よりも高い電力が印加されたときに放電状態となり、上記した所定のしきい値 P_s よりも低い電力が印加されたときあるいは電力が印加されないときには非放電状態となる。

【0036】第1実施形態では、光磁気ディスク60(図3)を構成する6つの機能膜61～66の連続形成30開始から終了まで間、4つのターゲット13b～16bの全てに上記した所定のしきい値 P_s よりも高い電力が印加される。そして、全てのターゲット13b～16bが放電状態に維持される。ここで、4つのターゲットホルダ13、14、15、16は何れも、図2(a)に示されるように、上記の回転軸12bから等しい距離 r_2 だけ離れた位置に固定されている。この距離 r_2 は、上記した基板22の公転半径 r_1 にほぼ等しい。

【0037】したがって、スパッタリング時に、一定の方向(図2(a)中、矢印22Aで示される方向)に公転する基板22は、順次、ターゲット13b→ターゲット14b→ターゲット15b→ターゲット16b→ターゲット13bの各々の直上領域を繰り返して通過する。

【0038】因みに、ターゲットホルダ13に保持されたターゲット13bは、テルビウム(Tb)単体からなる(以下「Tbターゲット」という)。ターゲットホルダ14に保持されたターゲット14bは、鉄(Fe)単体からなる(以下「Feターゲット」という)。ターゲットホルダ15に保持されたターゲット15bは、ガドリウム(Gd)単体からなる(以下「Gdターゲット」という)。ターゲットホルダ16に保持されたターゲット1

11

6bは、コバルト(Co)単体からなる(以下「Coターゲット」という)。

【0039】これら上記した4つのターゲットは、光磁気ディスク60(図3)を構成する6つの機能膜61～66の連続形成に必要となる単体ターゲットの全てに一致している。また、上記した4つのターゲットは、希土類金属のターゲット(Tbターゲット13b, Gdターゲット15b)どうしが対向し、遷移金属のターゲット(Feターゲット14b, Coターゲット16b)どうしが対向する位置に配置されている。

【0040】したがって、公転する基板22は、希土類金属のターゲット(13b, 15b)の直上の領域と、遷移金属のターゲット(14b, 16b)の直上の領域とを、交互に繰り返して通過することになる。このとき、公転する基板22が通過する順番は、図2(b)に示されるように、Tbターゲット13b→Feターゲット14b→Gdターゲット15b→Coターゲット16b→Tbターゲット13b→…となる。

【0041】さらに、図1に示されるように、ターゲットホルダ13と基板ホルダ12との間には、シャッター23が設置されている。また、このシャッター23には、駆動モータ23a(シャッター開閉駆動手段)が回転軸23bを介して接続されている。この駆動モータ23aは、シャッター23を回転軸23bの周りに所定の角度範囲内で回転(以下「回動」という)させて開閉するものである。

【0042】駆動モータ23aによる回動の結果、シャッター23は、図2(a)に示されるように、開放された状態(実線で示されている)、または閉鎖された状態(破線で示されている)となる。なお、シャッター23, 24, 25, 26の大きさは、各ターゲットの大きさ(例えば6インチ)よりも大きい。したがって、例えばシャッター23を閉鎖させることで、Tbターゲット13bの表面(基板22側の面)を完全に覆うことができる。

【0043】このように、シャッター23が閉鎖されてTbターゲット13bの表面が覆われた状態では、Tbターゲット13b(放電状態)からのスパッタリング粒子が基板22側に向けて飛散することはない。このように、Tbターゲット13bが放電状態に維持されている場合でも、Tbターゲット13bからのスパッタリング粒子が基板22側に向けて飛散するか否かは、駆動モータ23aによるシャッター23の開放または閉鎖によって決定される。

【0044】同様に、他の3つのターゲットホルダ14, 15, 16と基板ホルダ12との間にも、図1に示されるように、シャッター24, 25, 26が個別に設置されている。また、これらのシャッター24, 25, 26にも各々、駆動モータ24a, 25a, 26a(シャッター開閉駆動手段)が、回転軸24b, 25b, 26b(

12

6bを介して接続されている)駆動モータ24a, 25b, 26bは各々、シャッター24, 25, 26を、回転軸24b, 25b, 26bの周りに所定の角度範囲内で回動させるものである。

【0045】駆動モータ24a, 25a, 26aによる回動の結果、シャッター24, 25, 26は各々、シャッター23の場合と同様、図2(a)に示されるように、開放された状態(実線で示されている)、または閉鎖された状態(破線で示されている)となる。

【0046】上記したTbターゲット13b以外のターゲットについても、同様の動作でスパッタリング粒子の飛散は制御される。なお、上記した4つのシャッター23～26の開放または閉鎖は、各々に接続された駆動モータ23a～26aによって独立に行われる。このため、4つのターゲットのうち、シャッターが開放されたターゲットの組み合わせを、自在に選択することができる。

【0047】そして、シャッターが開放された複数のターゲット(何れも放電状態)から基板22側に向けて飛散するスパッタリング粒子により、同時スパッタリングが行われる。一方、ガス供給系3は、図1に示されるように、真空チャンバー1の側壁に一端が取り付けられたガス供給管32と、このガス供給管32の他端に接続されたスパッタリングガス源であるArガスボンベ31と、ガス供給管32の途中に設けられたマスフローコントローラー33とで構成され、真空チャンバー1内にArガスを供給するものである。ここで、ガス供給系3から真空チャンバー1内に供給されるArガスの流量は、マスフローコントローラー33によって調整される。

【0048】また、排気系4は、真空チャンバー1の側壁に一端が取り付けられた排気管42と、この排気管42の他端に接続された真空ポンプ41と、排気管42の途中に設けられたオリフィス43とで構成され、真空チャンバー1内を排気するものである。ここで、排気系4による真空チャンバー1内からの排気量は、オリフィス43によって調整される。

【0049】また、制御回路は、上記したスパッタリング電源13a～16a、駆動モータ23a～26a、回転モータ12a、マスフローコントローラー33、オリフィス43に各々接続されているCPU51と、メモリ52と、タイマー53とで構成されている。また、メモリ52およびタイマー53も各々、CPU51に接続されている。

【0050】このうち、メモリ52には、表1(a), (b)に示されるように、LIMDOW記録方式の光磁気ディスク60(図3)を構成する再生膜61用の成膜条件1、メモリー膜62用の成膜条件2、中間膜63用の成膜条件3、記録膜64用の成膜条件4、スイッチング膜65用の成膜条件5、初期化膜66用の成膜条件6が個別に格納されている。

【表1】

(a)		成膜条件1 (再生膜用)	成膜条件2 (メモリー膜用)	成膜条件3 (中間膜用)
Tbターゲットのシャッター	閉鎖	開放	開放	
Foターゲットのシャッター	開放	開放	開放	
Gdターゲットのシャッター	開放	閉鎖	開放	
Coターゲットのシャッター	開放	開放	開放	
Tbターゲットへの印加電力	(400W)	400W	(400W)	
Foターゲットへの印加電力	800W	1000W	1000W	
Gdターゲットへの印加電力	400W	(400W)	520W	
Coターゲットへの印加電力	200W	100W	50W	
真空チャンバー内へのArガスの供給量	100sccm	200sccm	150sccm	
真空チャンバー内のガス圧力	3.0mTorr	6.0mTorr	4.5mTorr	
基板の公転の回転数	90rpm	90rpm	90rpm	
成膜時間	4.5sec	4.5sec	2.0sec	

(b)		成膜条件4 (記録膜用)	成膜条件5 (スイッチング膜用)	成膜条件6 (初期化膜用)
Tbターゲットのシャッター	開放	開放	開放	
Foターゲットのシャッター	開放	開放	開放	
Gdターゲットのシャッター	開放	閉鎖	閉鎖	
Coターゲットのシャッター	開放	開放	開放	
Tbターゲットへの印加電力	200W	300W	400W	
Foターゲットへの印加電力	1000W	1000W	200W	
Gdターゲットへの印加電力	200W	(200W)	(200W)	
Coターゲットへの印加電力	500W	110W	800W	
真空チャンバー内へのArガスの供給量	6.6sccm	15.0sccm	10.0sccm	
真空チャンバー内のガス圧力	2.0mTorr	4.5mTorr	3.0mTorr	
基板の公転の回転数	60rpm	90rpm	30rpm	
成膜時間	2.0sec	2.0sec	2.0sec	

これら成膜条件1～成膜条件6の内容は何れも、各ターゲットのシャッターの開閉状態、各ターゲットへの印加電力の最適値、真空チャンバー1内のガス圧力の最適値、基板の公転の回転数の最適値、成膜時間である。一方、CPU51には、LIMDOW記録方式の光磁気ディスク60(図3)を構成する再生膜61の形成を行う第1工程と、メモリー膜62の形成を行う第2工程と、中間膜63の形成を行う第3工程と、記録膜64の形成を行う第4工程と、スイッチング膜65の形成を行う第5工程と、初期化膜66の形成を行う第6工程とを、順に連続的に実行するための制御プログラムが記憶されている。

【0051】このうち第1工程では、CPU51は、メモリ52に格納された再生膜61用の成膜条件1(表1(a))に基づいて、駆動モータ23a～26a、スペッタリング電源13a～16a、マスフローコントローラー33、回転モータ12aを個別に制御する。ここで、CPU51による駆動モータ23a、24a、25a、26aの制御は、対応する各シャッターに基づいて行われる。CPU51によるスペッタリング電源13a、14a、15a、26aの制御は、対応する各ターゲット*50

30*への印加電力の最適値に基づいて行われる。CPU51によるマスフローコントローラー33の制御は、真空チャンバー1内へのArガスの供給量の最適値に基づいて行われる。また、回転モータ12aの制御は、基板の公転の回転数の最適値に基づいて行われる。

【0052】また、制御プログラムの第2工程では、CPU51は、メモリ52に格納されたメモリー膜62用の成膜条件2(表1(a))に基づいて、上記第1工程と同様、駆動モータ23a～26a、スペッタリング電源13a～16a、マスフローコントローラー33、回転モータ12aを個別に制御する。また、第3、第4、第5、第6工程では、CPU51は、メモリ52に格納された中間膜63用、記録膜64用、スイッチング膜65用、初期化膜66用の成膜条件3、4、5、6に基づいて、上記第1工程と同様、駆動モータ23a～26a、スペッタリング電源13a～16a、マスフローコントローラー33、回転モータ12aを個別に制御する。

【0053】一方、上記した第1工程～第6工程は、タイマー53によってカウントされる経過時間にしたがって連続的に実行されていく。具体的には、第1工程において、CPU51は、再生膜61の形成(第1工程)を

15

開始したタイミング (t_1) からの経過時間を監視する。そして、この経過時間が成膜条件1 (表1(a)) の「成膜時間」に至ると、第1工程 (再生膜6 1の形成) を終了すると同時に、第2工程 (メモリー膜6 2の形成) を開始する。

【0054】また、第2工程において、CPU5 1は、メモリー膜6 2の形成を開始したタイミング (t_2) からの経過時間を監視する。そして、この経過時間が、成膜条件2 (表1(a)) の「成膜時間」に至ると、第2工程 (メモリー膜6 2の形成) を終了すると同時に、第3工程 (中間膜6 3の形成) を開始する。また、第3工程において、CPU5 1は、中間膜6 3の形成を開始したタイミング (t_3) からの経過時間を監視する。そして、この経過時間が、成膜条件3 (表1(a)) の「成膜時間」に至ると、第3工程 (中間膜6 3の形成) を終了すると同時に、第4工程 (記録膜6 4の形成) を開始する。

【0055】また、第4工程において、CPU5 1は、記録膜6 4の形成を開始したタイミング (t_4) からの経過時間を監視する。そして、この経過時間が、成膜条件4 (表1(b)) の「成膜時間」に至ると、第4工程 (記録膜6 4の形成) を終了すると同時に、第5工程 (スイッチング膜6 5の形成) を開始する。

【0056】また、第5工程において、CPU5 1は、スイッチング膜6 5の形成を開始したタイミング (t_5) からの経過時間を監視する。そして、この経過時間が、成膜条件5 (表1(b)) の「成膜時間」に至ると、第5工程 (スイッチング膜6 5の形成) を終了すると同時に、第6工程 (初期化膜6 6の形成) を開始する。また、第6工程において、CPU5 1は、初期化膜6 6の形成を開始したタイミング (t_6) からの経過時間を監視する。そして、この経過時間が、成膜条件6 (表1(b)) の「成膜時間」に至ると、第6工程 (初期化膜6 6の形成) を終了する。

【0057】なお、上記したCPU5 1による駆動モータ23a～26a、スパッタリング電源13a～16a、マスフローコントローラー33、回転モータ12aの個別制御は、各タイミング (t_1 ～ t_6) ごとに行われる。また、CPU5 1は、第1工程 (再生膜6 1の形成) を開始してから第6工程 (初期化膜6 6の形成) を終了するまでの間にわたって、真空チャンバー1内からの排気量を常に一定の値 (所定値X) に保つようにオリフィス43を制御している。

【0058】次に、上記のように構成されたスパッタリング装置10 (図1) を用いて、光磁気ディスク60 (図3) を構成する6つの機能膜を順次、放電を停止することなく連続的に形成する動作について説明する。なお、このスパッタリング装置10における6つの機能膜6 1～6 6の形成動作は、LIMDOW記録方式の光磁気ディスク60 (図3) の基板22上に、下部保護膜72

16

2が形成されたのちに行われる (下部保護膜72の形成についての説明は後述する)。

【0059】したがって、6つの機能膜6 1～6 6の形成に当たって、スパッタリング装置10 (図1) の基板ホルダ12には、下部保護膜72が既に形成された基板22が保持される。第1工程 (再生膜6 1の形成) は、表1(a)の成膜条件1に基づいて行われる。第1工程を開始するタイミング (t_1) で、再生膜6 1の形成に必要なFeターゲット14bのシャッター24、Gdターゲット15bのシャッター25、Coターゲット16bのシャッター26が開放されると共に、再生膜6 1の形成に不要なTbターゲット13bのシャッター23が閉鎖される。これによって、図4(a)の状態となる (開放されているシャッター24～26は図示省略)。

【0060】また、タイミング (t_1) で、再生膜6 1の形成に必要なFeターゲット14b、Gdターゲット15b、Coターゲット16bへの印加電力が各々、最適値800W、400W、200Wに設定される (放電状態)。なお、再生膜6 1の形成に不要なTbターゲット13bにも所定のしきい値Psよりも高い電力 (例えば400W) が印加される (放電状態)。しかし、Tbターゲット13bのシャッター23は閉鎖されているため、Tbターゲット13bからのスパッタリング粒子が基板22側に向けて飛散することはない。

【0061】さらに、タイミング (t_1) で、真空チャンバー1内へのArガスの供給量が、最適値100scmに設定される。このとき、真空チャンバー1内からの排気量が一定に保たれることで、真空チャンバー1内のガス圧力は最適値3.0mTorrに保たれる。また、タイミング (t_1) で、矢印22Aの方向に公転する基板22の回転数が、最適値90rpmに設定される。

【0062】このように設定された条件の下で、Feターゲット14b、Gdターゲット15b、Coターゲット16bを用いた同時スパッタリングが行われる。このとき、Feターゲット14b、Gdターゲット15b、Coターゲット16b各々から、基板22側に向けてスパッタリング粒子が飛散している。一方、矢印22Aの方向に公転する基板22は、図5(a)に示されるように、Coターゲット16b→Feターゲット14b→Gdターゲット15b→Coターゲット16bの各々の直上領域を繰り返して通過している。

【0063】このように、Co、Fe、Gdの各ターゲットの直上領域を通過するとき、基板22には、通過時のターゲットに対応するスパッタリング粒子が付着する。したがって、公転する基板22の下部保護膜72上には、図5(a)に示される通過順に応じた順番で、Co、Fe、Gd、Co、…のようにターゲット物質が付着し、再生膜6 1が形成されていく。

【0064】このような同時スパッタリングは、タイミ

ング (t 1) から 4.5 秒間行われる。4.5 秒間に、下部保護膜 7.2 の上面に形成された再生膜 6.1 の膜厚 D6.1 はおよそ 30 nm となる。なお、形成された再生膜 6.1 の具体的な組成は、原子百分率で表すと、Tb が 25 原子%、Fe が 60 原子%、Co が 15 原子% である（以下、組成の原子百分率を、Gd25Fe60Co15 のように表す）。この再生膜 6.1 は、室温 Tr (20°C ~ 30°C) で補償組成の垂直磁化膜となる。

【0065】タイミング (t 1) から 4.5 秒後、第 1 工程（再生膜 6.1 の形成）の終了と同時に、第 2 工程（メモリー膜 6.2 の形成）が開始される。この第 1 工程から第 2 工程への移行に当たって、ターゲット 1.3 b ~ 1.6 b の放電状態は維持される。すなわち、真空チャンバー 1 内のプラズマ状態が途絶えることはない。したがって、形成された再生膜 6.1 の表面が Ar ガスの付着により変質することはない。

【0066】第 2 工程は、表 1(a) の成膜条件 2 に基づいて行われる。第 2 工程を開始するタイミング (t 2) で、メモリー膜 6.2 の形成に必要な Tb ターゲット 1.3 b のシャッター 2.3, Fe ターゲット 1.4 b のシャッター 2.4, Co ターゲット 1.6 b のシャッター 2.6 が開放されると共に、メモリー膜 6.2 の形成に不要な Gd ターゲット 1.5 b のシャッター 2.5 が閉鎖される。これによって、図 4(b) の状態となる（開放されているシャッター 2.3, 2.4, 2.6 は図示省略）。

【0067】また、タイミング (t 2) で、メモリー膜 6.2 の形成に必要な Tb ターゲット 1.3 b, Fe ターゲット 1.4 b, Co ターゲット 1.6 b への印加電力が各々、最適値 400W, 1000W, 100W に設定される（放電状態）。なお、メモリー膜 6.2 の形成に不要な Gd ターゲット 1.5 b にも所定のしきい値 Ps よりも高い電力（例えば 400W）が印加される（放電状態）。しかし、Gd ターゲット 1.5 b のシャッター 2.5 は閉鎖されているため、Gd ターゲット 1.5 b からのスパッタリング粒子が基板 2.2 側に向けて飛散することはない。

【0068】さらに、タイミング (t 2) で、真空チャンバー 1 内への Ar ガスの供給量が、最適値 200 sc cm に設定される。このとき、真空チャンバー 1 内からの排気量が一定に保たれることで、真空チャンバー 1 内のガス圧力は最適値 6.0 mTorr に保たれる。また、タイミング (t 2) で、矢印 2.2 A の方向に公転する基板 2.2 の回転数が、最適値 30 rpm に設定される。

【0069】このように設定された条件の下で、Tb ターゲット 1.3 b, Fe ターゲット 1.4 b, Co ターゲット 1.6 b を用いた同時スパッタリングが行われる。このとき、Tb ターゲット 1.3 b, Fe ターゲット 1.4 b, Co ターゲット 1.6 b 各々から、基板 2.2 側に向けてスパッタリング粒子が飛散している。一方、矢印 2.2 A の方向に公転する基板 2.2 は、図 5(b) に示されるよう

に、Co ターゲット 1.6 b → Tb ターゲット 1.3 b → Fe ターゲット 1.4 b → Co ターゲット 1.6 b の各々の直上領域を繰り返して通過している。

【0070】したがって、公転する基板 2.2 の再生膜 6.1 上には、図 5(b) に示される通過順に応じた順番で、Co, Tb, Fe, Co, … のようにターゲット物質が付着し、メモリー膜 6.2 が連続的に形成されていく。このような同時スパッタリングは、タイミング (t 2) から 4.5 秒間行われる。4.5 秒間に、再生膜 6.1 の上面に形成されたメモリー膜 6.2 の膜厚 D6.2 はおよそ 30 nm となる。なお、形成されたメモリー膜 6.2 の具体的な組成は Tb21Fe72Co7 であり、垂直磁化膜となる。

【0071】タイミング (t 2) から 4.5 秒後、第 2 工程（メモリー膜 6.2 の形成）の終了と同時に、第 3 工程（中間膜 6.3 の形成）が開始される。この第 2 工程から第 3 工程への移行に当たって、ターゲット 1.3 b ~ 1.6 b の放電状態は維持される。すなわち、真空チャンバー 1 内のプラズマ状態が途絶えることはない。したがって、形成されたメモリー膜 6.2 の表面が Ar ガスの付着により変質することはない。

【0072】第 3 工程は、表 1(a) の成膜条件 3 に基づいて行われる。第 3 工程を開始するタイミング (t 3) で、中間膜 6.3 の形成に必要な Fe ターゲット 1.4 b のシャッター 2.4, Gd ターゲット 1.5 b のシャッター 2.5, Co ターゲット 1.6 b のシャッター 2.6 が開放されると共に、中間膜 6.3 の形成に不要な Tb ターゲット 1.3 b のシャッター 2.3 が閉鎖される。これによって、図 4(a) の状態となる。

【0073】また、タイミング (t 3) で、中間膜 6.3 の形成に必要な Fe ターゲット 1.4 b, Gd ターゲット 1.5 b, Co ターゲット 1.6 b への印加電力が各々、最適値 1000W, 520W, 50W に設定される（放電状態）。なお、中間膜 6.3 の形成に不要な Tb ターゲット 1.3 b にも所定のしきい値 Ps よりも高い電力（例えば 400W）が印加される（放電状態）。しかし、Tb ターゲット 1.3 b のシャッター 2.3 は閉鎖されているため、Tb ターゲット 1.3 b からのスパッタリング粒子が基板 2.2 側に向けて飛散することはない。

【0074】さらに、タイミング (t 3) で、真空チャンバー 1 内への Ar ガスの供給量が、最適値 150 sc cm に設定される。このとき、真空チャンバー 1 内からの排気量が一定に保たれることで、真空チャンバー 1 内のガス圧力は最適値 4.5 mTorr に保たれる。

【0075】また、タイミング (t 3) で、矢印 2.2 A の方向に公転する基板 2.2 の回転数が、最適値 90 rpm に設定される。このように設定された条件の下で、Fe ターゲット 1.4 b, Gd ターゲット 1.5 b, Co ターゲット 1.6 b を用いた同時スパッタリングが行われる。このとき、Fe ターゲット 1.4 b, Gd ターゲット 1.5 b, Co ターゲット 1.6 b 各々から、基板 2.2 側に向けてスパッタリング粒子が飛散している。

てスパッタリング粒子が飛散している。

【0076】一方、矢印22Aの方向に公転する基板22は、図5(c)に示されるように、Coターゲット16b→Feターゲット14b→Gdターゲット15b→Coターゲット16bの各々の直上領域を繰り返して通過している。したがって、公転する基板22のメモリー膜62上には、図5(c)に示される通過順に応じた順番で、Co, Fe, Gd, Co, …のようにターゲット物質が付着し、中間膜63が連続的に形成されていく。

【0077】このような同時スパッタリングは、タイミング(t3)から20秒間行われる。20秒間に、メモリー膜62の上面に形成された中間膜63の膜厚D63はおよそ12nmとなる。なお、形成された中間膜63は、具体的な組成がGd33Fe64Co3の磁化膜である。タイミング(t3)から20秒後、第3工程(中間膜63の形成)の終了と同時に、第4工程(記録膜64の形成)が開始される。この第3工程から第4工程への移行に当たって、ターゲット13b～16bの放電状態は維持される。すなわち、真空チャンバー1内のプラズマ状態が途絶えることはない。したがって、形成された中間膜63の表面がArガスの付着により変質することはない。

【0078】第4工程は、表1(b)の成膜条件4に基づいて行われる。第4工程を開始するタイミング(t4)で、記録膜64の形成に必要なTbターゲット13bのシャッター23, Feターゲット14bのシャッター24, Gdターゲット15bのシャッター25, Coターゲット16bのシャッター26が開放される。これによって、図4(c)の状態となる。

【0079】また、タイミング(t4)で、記録膜64の形成に必要なTbターゲット13b, Feターゲット14b, Gdターゲット15b, Coターゲット16bへの印加電力が各々、最適値200W, 1000W, 200W, 500Wに設定される(放電状態)。さらに、タイミング(t4)で、真空チャンバー1内へのArガスの供給量が、最適値6.6scmに設定される。このとき、真空チャンバー1内からの排気量が一定に保たれることで、真空チャンバー1内のガス圧力は最適値2.0mTorrに保たれる。

【0080】また、タイミング(t4)で、矢印22Aの方向に公転する基板22の回転数が、最適値60rpmに設定される。このように設定された条件の下で、Tbターゲット13b, Feターゲット14b, Gdターゲット15b, Coターゲット16bを用いた同時スパッタリングが行われる。

【0081】このとき、Tbターゲット13b, Feターゲット14b, Gdターゲット15b, Coターゲット16b各々から、基板22側に向けてスパッタリング粒子が飛散している。一方、矢印22Aの方向に公転する基板22は、図5(d)に示されるように、Coターゲ

ット16b→Tbターゲット13b→Feターゲット14b→Gdターゲット15b→Coターゲット16bの各々の直上領域を繰り返して通過している。

【0082】したがって、公転する基板22の中間膜63上には、図5(d)に示される通過順に応じた順番で、Co, Tb, Fe, Gd, Co, …のようにターゲット物質が付着し、記録膜64が連続的に形成されていく。

【0083】このような同時スパッタリングは、タイミング(t4)から20秒間行われる。20秒間に、中間膜63の上面に形成された記録膜64の膜厚D64はおよそ25nmとなる。なお、形成された記録膜64は、具体的な組成がGd13Tb13Fe50Co24の垂直磁化膜である。タイミング(t4)から20秒後、第4工程(記録膜64の形成)の終了と同時に、第5工程(スイッチング膜65の形成)が開始される。この第4工程から第5工程への移行に当たって、ターゲット13b～16bの放電状態は維持される。すなわち、真空チャンバー1内のプラズマ状態が途絶えることはない。したがって、形成された記録膜64の表面がArガスの付着により変質することはない。

【0084】第5工程は、表1(b)の成膜条件5に基づいて行われる。第5工程を開始するタイミング(t5)で、スイッチング膜65の形成に必要なTbターゲット13bのシャッター23, Feターゲット14bのシャッター24, Coターゲット16bのシャッター26が開放されると共に、スイッチング膜65の形成に不要なGdターゲット15bのシャッター25が閉鎖される。これによって、図4(b)の状態となる。

【0085】また、タイミング(t5)で、スイッチング膜65の形成に必要なTbターゲット13b, Feターゲット14b, Coターゲット16bへの印加電力が各々、最適値300W, 1000W, 110Wに設定される(放電状態)。なお、スイッチング膜65の形成に不要なGdターゲット15bにも所定のしきい値Psよりも高い電力(例えば200W)が印加される(放電状態)。しかし、Gdターゲット15bのシャッター25は閉鎖されているため、Gdターゲット15bからのスパッタリング粒子が基板22側に向けて飛散することはない。

【0086】さらに、タイミング(t5)で、真空チャンバー1内へのArガスの供給量が、最適値150scmに設定される。このとき、真空チャンバー1内からの排気量が一定に保たれることで、真空チャンバー1内のガス圧力は最適値4.5mTorrに保たれる。

【0087】また、タイミング(t5)で、矢印22Aの方向に公転する基板22の回転数が、最適値90rpmに設定される。このように設定された条件の下で、Tbターゲット13b, Feターゲット14b, Coターゲット16bを用いた同時スパッタリングが行われる。

このとき、Tbターゲット13b, Feターゲット14

21

b, Coターゲット16b各々から、基板22側に向けてスパッタリング粒子が飛散している。

【0088】一方、矢印22Aの方向に公転する基板22は、図5(e)に示されるように、Coターゲット16b→Tbターゲット13b→Feターゲット14b→Coターゲット16bの各々の直上領域を繰り返して通過している。したがって、公転する基板22の記録膜64上には、図5(e)に示される通過順に応じた順番で、Co, Tb, Fe, Co, …のようにターゲット物質が付着し、スイッチング膜65が連続的に形成されていく。

【0089】このような同時スパッタリングは、タイミング(t5)から20秒間行われる。20秒間に、記録膜64の上面に形成されたスイッチング膜65の膜厚D65はおよそ12nmとなる。なお、形成されたスイッチング膜65は、具体的な組成がTb15Fe78Co7の磁化膜である。タイミング(t5)から20秒後、第5工程(スイッチング膜65の形成)の終了と同時に、第6工程(初期化膜66の形成)が開始される。この第5工程から第6工程への移行に当たって、ターゲット13b～16bの放電状態は維持される。すなわち、真空チャンバー1内のプラズマ状態が途絶えることはない。したがって、形成されたスイッチング膜65の表面がArガスの付着により変質することはない。

【0090】第6工程は、表1(b)の成膜条件6に基づいて行われる。第6工程を開始するタイミング(t6)で、初期化膜66の形成に必要なTbターゲット13bのシャッター23, Feターゲット14bのシャッター24, Coターゲット16bのシャッター26が開放されると共に、初期化膜66の形成に不要なGdターゲット15bのシャッター25が閉鎖される。これによって、図4(b)の状態となる。

【0091】また、タイミング(t6)で、初期化膜66の形成に必要なTbターゲット13b, Feターゲット14b, Coターゲット16bへの印加電力が各々、最適値400W, 200W, 800Wに設定される(放電状態)。なお、初期化膜66の形成に不要なGdターゲット15bにも所定のしきい値Psよりも高い電力(例えば200W)が印加される(放電状態)。しかし、Gdターゲット15bのシャッター25は閉鎖されているため、Gdターゲット15bからのスパッタリング粒子が基板22側に向けて飛散することはない。

【0092】さらに、タイミング(t6)で、真空チャンバー1内へのArガスの供給量が、最適値100scmに設定される。このとき、真空チャンバー1内の排気量が一定に保たれることで、真空チャンバー1内のガス圧力は最適値3.0mTorrに保たれる。また、タイミング(t6)で、矢印22Aの方向に公転する基板22の回転数が、最適値30rpmに設定される。

【0093】このように設定された条件の下で、Tbタ

22

ターゲット13b, Feターゲット14b, Coターゲット16bを用いた同時スパッタリングが行われる。このとき、Tbターゲット13b, Feターゲット14b, Coターゲット16b各々から、基板22側に向けてスパッタリング粒子が飛散している。一方、矢印22Aの方向に公転する基板22は、図5(f)に示されるように、Coターゲット16b→Tbターゲット13b→Feターゲット14b→Coターゲット16bの各々の直上領域を繰り返して通過している。

【0094】したがって、公転する基板22のスイッチング膜65上には、図5(f)に示される通過順に応じた順番で、Co, Tb, Fe, Co, …のようにターゲット物質が付着し、初期化膜66が連続的に形成されていく。このような同時スパッタリングは、タイミング(t6)から20秒間行われる。20秒間に、スイッチング膜65の上面に形成された初期化膜66の膜厚D66はおよそ30nmとなる。なお、形成された初期化膜66は、具体的な組成がTb20Fe16Co64の垂直磁化膜である。

【0095】そして、タイミング(t6)から20秒経過したタイミング(te)において、全てのターゲット13b～16bの放電が停止され(図5(g))、スパッタリング装置10(図1)を用いた6つの機能膜61～66の連続形成が終了する。その後、初期化膜66の上面には、上部保護膜73が形成され、図3に示されるLIMDOW記録方式の光磁気ディスク60が完成する。

【0096】ここで、光磁気ディスク60(図3)を構成する6つの機能膜61～66以外の機能膜である下部保護膜72, 上部保護膜73について簡単に説明する。

これら下部保護膜72, 上部保護膜73は共に、シリコンターゲットが配置されたスパッタリング装置内(ガス圧力を1.0μTorr以下に減圧後、アルゴン(Ar)と窒素(N2)との混合ガスを導入して5.0mTorrにしてある)で、マグネットロンスパッタリングによって形成される。

【0097】形成された下部保護膜72, 上部保護膜73は共に、窒化シリコンからなる。下部保護膜72の膜厚D72は70nmである。また、上部保護膜73の膜厚D73は40nmである。以上説明したように、第1実施形態によれば、LIMDOW記録方式の光磁気ディスク60(図3)を製造するに当たって、情報の記録再生に寄与する6つの機能膜61～66(何れも磁性体からなる)を順次、放電を停止することなく連続的に形成することができる。

【0098】したがって、光磁気ディスク60(図3)を構成する6つの機能膜61～66の間に存在する5つの界面の全てにおいて、Arガスの付着による変質が生じない。このように、磁性体からなる機能膜どうしの界面が変質していない光磁気ディスク60(図3)では、界面における交換結合力の伝達が正常に行われ、LIM

23

DOW記録方式による情報の記録が正常に機能する。【0099】また、第1実施形態によれば、機能膜61～66の各々は、公転する基板22が複数の「ターゲットの直上の領域」を通過していく順に応じて、複数のターゲット物質が順に付着したものとなる。ここで、公転する基板22が直上領域を通過する順は、基板22の公転方向22A、ターゲット13b～16bの配置、シャッター23～26の開閉状態にしたがって決められるため、ターゲット物質の付着順は、ロットの相違によらず常に一定となる。このとき、複雑な位置あわせを行う必要はない。

【0100】上記のように、第1実施形態では、磁性体からなる機能膜どうしの界面が変質せず、かつ、ターゲット物質の付着順が定められている光磁気ディスク60、すなわち特性が一定の光磁気ディスク60を、定常的に製造することができる。したがって、第1実施形態によれば、LIMDOW記録方式の光磁気ディスク60(図3)を製造するに当たって、歩留まりが向上する。

【0101】また、LIMDOW記録方式の光磁気ディスク60(図3)を構成する6つの機能膜61～66を、放電を停止することなく連続形成するので、プリスピッタリングに要する時間が不要となり、その分だけ製造時間を短縮できる。その結果、スループットが向上する。したがって、製造コストを低下させることができ。さらに、LIMDOW記録方式の光磁気ディスク60(図3)を製造するに当たり、6つの機能膜61～66を1つの真空チャンバー1内で形成することができる。装置全体の小型化および簡略化が図られ、製造コストを低下させることができる。

【0102】また、第1実施形態のLIMDOW記録方式の光磁気ディスク60によれば、記録ビームを記録される情報に応じて変調(高レベル/低レベル)させながら照射するだけで、既に記録されていた記録マークの消去と同時に新たな記録マークの書き込みを行うことができるので、情報の記録動作における高速化を図ることができる。

【0103】なお、上記した第1実施形態では、真空チャンバー1内の全てのターゲット13b～16bにシャッター23～26を個別に設置する例を説明したが、Feターゲット14bおよびCoターゲット16bは、光磁気ディスク60を構成する6つの機能膜61～66の全てを形成するときに共通して用いられるため、Feターゲット14bのシャッター24およびCoターゲット16bのシャッター26は設置しなくても良い。

【0104】また、上記した第1実施形態では、真空チャンバー1内からの排気量を常に一定に保ち、真空チャンバー1内へのArガスの供給量を機能膜ごとの最適値に設定することで、真空チャンバー1内のガス圧力を機能膜ごとの最適値に設定する例を説明したが、Arガスの供給量を常に一定の値に保ち、排気量を機能膜ごとの

24

最適値に設定することで、真空チャンバー1内のガス圧力を機能膜ごとの最適値に設定することもできる(請求項10)。

【0105】また、上記した第1実施形態では、ターゲットに印加される電力により形成される磁性層の組成比率が定まるため、目的とする組成比率にするため印加電力量を調整している。

(第2実施形態)次に、本発明の第2実施形態について図6～図10を用いて説明する。

【0106】この第2実施形態は、上述した第1実施形態とほぼ同一構成のスパッタリング装置10(図1)を用い、同時に4つの光磁気ディスク60(図3)を製造する場合に関する。

【0107】この場合、真空チャンバー1内の基板ホルダ12には、図6に示されるように、4つの基板22(1), 22(2), 22(3), 22(4)が保持される。また、第2実施形態では、制御回路5(図1)のCPU51に記憶された制御プログラムが、同時に4つの光磁気ディスク60を製造する場合に対応したものとなっており、20次の2つの点で上記した第1実施形態の制御プログラムとは相違している。

【0108】その相違点の1つ目は、第1工程(再生膜61の形成)が終了し、第2工程(メモリー膜62の形成)を開始するタイミング(t2)において、Tbターゲット13bのシャッター23に接続された駆動モータ23aを制御するタイミングのみが、0.35秒だけ遅延される点である。ここで、Tbターゲット13bのシャッター23は、第1工程(再生膜61の形成)では閉鎖されている(図4(a))。このため、第2工程(メモリー膜62の形成)への移行に当たって、シャッター23は、タイミング(t2)から0.35秒だけ遅延されて開放されることになる。

【0109】すなわち、Tbターゲット13bのシャッター23は、タイミング(t2)から0.35秒間、引き続いて閉鎖されたままとなる。一方、第1工程(再生膜61の形成)で開放されているGdターゲット15bのシャッター25は、第2工程(メモリー膜62の形成)への移行に当たって閉鎖される(図4(b))が、シャッター25の閉鎖はタイミング(t2)で行われる。

【0110】したがって、タイミング(t2)から0.35秒間は、図7に示されるように、Tbターゲット13bのシャッター23とGdターゲット15bのシャッター25との双方が閉鎖された状態となる。因みに、上記した遅延時間(0.35秒)は、公転する基板22(1)～22(4)が半周するのに掛かる時間に相当する。

【0111】なお、基板22(1)～22(4)の回転数は、タイミング(t2)で最適値30rpmに設定されるが、第1工程(再生膜61の形成)での最適値90rpmから実際に30rpmとなるまでには2秒掛かることが知られている。上記した遅延時間(0.35秒)は、

このような回転数の変化を考慮して求められたものである。

【0112】2つ目の相違点は、第2工程（メモリー膜62の形成）が終了し、第3工程（中間膜63の形成）を開始するタイミング（t3）において、Gdターゲット15bのシャッター25に接続された駆動モータ25aを制御するタイミングのみが、0.73秒だけ遅延される点である。ここで、Gdターゲット15bのシャッター25aは、第2工程（メモリー膜62の形成）では閉鎖されている（図4(b)）。このため、第3工程（中間膜63の形成）への移行に当たって、シャッター25aは、タイミング（t3）から0.73秒だけ遅延されて開放されることになる。

【0113】すなわち、Gdターゲット15bのシャッター25aは、タイミング（t3）から0.73秒、引き続いて閉鎖されたままとなる。一方、第2工程（メモリー膜62の形成）で開放されているTbターゲット13bのシャッター23は、第3工程（中間膜63の形成）への移行に当たって閉鎖される（図4(a)）が、シャッター23の閉鎖はタイミング（t3）で行われる。

【0114】したがって、タイミング（t3）から0.73秒間は、図7に示されるように、Tbターゲット13bのシャッター23とGdターゲット15bのシャッター25との双方が閉鎖された状態となる。因みに、上記した遅延時間（0.73秒）は、公転する基板22(1)～22(4)が半周するのに掛かる時間に相当する。

【0115】なお、基板22(1)～22(4)の回転数は、タイミング（t3）で最適値90rpmに設定されるが、第2工程（メモリー膜62の形成）での最適値30rpmから実際に90rpmとなるまでには2秒掛かることが知られている。上記した遅延時間（0.73秒）は、このような回転数の変化を考慮して求められたものである。

【0116】上記した2つの相違点からわかるように、次の工程に移行するに当たって、シャッターが開放されるターゲットと閉鎖されるターゲットとの両方がある場合には、シャッターの開放が、次の工程を開始するタイミングから所定時間（基板が半周する時間）だけ遅延される。なお、シャッターの閉鎖は、次の工程を開始するタイミングで行われる。

【0117】このため、次の工程に移行するに当たって、シャッターの開放のみ行われる第4工程、シャッターの閉鎖のみ行われる第5工程では、上述した第1実施形態の場合と同様、次の工程を開始するタイミングでシャッター動作が行われる。以下、同時に4つの光磁気ディスク60を製造するに当たり、上記した第2実施形態の制御プログラムによって、光磁気ディスク60（図3）を構成する6つの機能膜61～66を連続的に形成する動作について説明する。

【0118】第1工程を開始するタイミング（t1）

で、再生膜61の形成に必要なFeターゲット14bのシャッター24、Gdターゲット15bのシャッター25、Coターゲット16bのシャッター26が開放されると共に、再生膜61の形成に必要なTbターゲット13bのシャッター23が閉鎖される（図4(a)）。また、タイミング（t1）で、成膜条件1（表1(a)）に基づいて、再生膜61の形成に必要なFeターゲット14b、Gdターゲット15b、Coターゲット16bへの印加電力、真空チャンバー1内へのArガスの供給量、真空チャンバー1内のガス圧力、および基板22(1)～22(4)の回転数が各々、最適値に設定される。

【0119】このように設定された条件の下で、4.5秒間、3つのFeターゲット14b、Gdターゲット15b、Coターゲット16bを用いた同時スパッタリングが行われる。したがって、公転する基板22(1)～22(4)の下部保護膜72上には各々、図8(a)に示される通過順に応じた順番でターゲット物質が付着し、再生膜61（膜厚D61は30nm、具体的な組成はGd25Fe60Co15）が形成される。

【0120】4つの基板22(1)～22(4)に形成された再生膜61は何れも、Co、Fe、Gdの順に繰り返してターゲット物質が付着したものである。そして、第1工程（再生膜61の形成）の終了と同時に、第2工程（メモリー膜62の形成）が開始される。この第1工程から第2工程への移行に当たって、ターゲット13b～16bの放電状態は維持されるため、上述した第1実施形態と同様、再生膜61の表面がArガスの付着により変質することはない。

【0121】第2工程を開始するタイミング（t2）で、メモリー膜62の形成に必要なGdターゲット15bのシャッター25が閉鎖される。このタイミング（t2）では、メモリー膜62の形成に必要なTbターゲット13bのシャッター23は、引き続き閉鎖されたままの状態に保たれる（図7）。また、タイミング（t2）で、成膜条件2（表1(a)）に基づいて、メモリー膜62の形成に必要なTbターゲット13b、Feターゲット14b、Coターゲット16bへの印加電力、真空チャンバー1内へのArガスの供給量、真空チャンバー1内のガス圧力、および基板22(1)～22(4)の回転数が各々、最適値に設定される。

【0122】このように設定された条件の下で、0.35秒間、2つのFeターゲット14b、Coターゲット16bを用いた同時スパッタリングが行われる。そして、タイミング（t2）から0.35秒後、メモリー膜62の形成に必要なTbターゲット13bのシャッター23も開放され（図4(b)）、3つのTbターゲット13b、Feターゲット14b、Coターゲット16bを用いた同時スパッタリングが行われる（4.5秒間）。

【0123】したがって、公転する基板22(1)～22(4)の再生膜61上には各々、図8(b)に示される通過

順に応じた順番でターゲット物質が付着し、メモリー膜62（膜厚D62は30nm、具体的な組成はTb21Fe7Co7）が形成される。ここで、再生膜61とメモリー膜62との界面付近におけるターゲット物質の付着順に注目する。図8(b)に示されるように、第2工程（メモリー膜62の形成）を開始したタイミング(t2)前後に付着したターゲット物質の順番は、4つの基板22(1)～22(4)の何れにおいても等しく、Gd, Co, Fe, Coとなっている。

【0124】仮に、Tbターゲット13bのシャッター23をタイミング(t2)で開放させていれば、2つの基板22(1), 22(2)にはGd, Co, Tb, Fe, Coという順でターゲット物質が付着し、他の基板22(3), 22(4)での付着順Gd, Co, Fe, Coとは、Tbの分だけ異なってしまうことが図8(b)からわかる。このように、タイミング(t2)から基板22(1)～22(4)が半周するまでの間(0.35秒間)、Tbターゲット13bのシャッター23を閉鎖させておくことにより、再生膜61とメモリー膜62との界面付近におけるターゲット物質の付着順を4つの基板22(1)～22(4)の何れにおいても等しくすることができる。

【0125】なお、4つの基板22(1)～22(4)に形成されたメモリー膜62におけるターゲット物質の付着順は何れも、Tb, Fe, Coを繰り返したものである。そして、第2工程（メモリー膜62の形成）の終了と同時に、第3工程（中間膜63の形成）が開始される。この第2工程から第3工程への移行に当たって、ターゲット13b～16bの放電状態は維持されるため、上述した第1実施形態と同様、メモリー膜62の表面がArガスの付着により変質することはない。

【0126】第3工程を開始するタイミング(t3)で、中間膜63の形成に不要なTbターゲット13bのシャッター23が閉鎖される。このタイミング(t3)では、中間膜63の形成に必要なGdターゲット15bのシャッター25は、引き続き閉鎖されたままの状態に保たれる（図7）。また、タイミング(t3)で、成膜条件3（表1(a)）に基づいて、中間膜63の形成に必要なFeターゲット14b, Gdターゲット15b, Coターゲット16bへの印加電力、真空チャンバー1内へのArガスの供給量、真空チャンバー1内のガス圧力、および基板22(1)～22(4)の回転数が各々、最適値に設定される。

【0127】このように設定された条件の下で、0.73秒間、2つのFeターゲット14b, Coターゲット16bを用いた同時スパッタリングが行われる。そして、タイミング(t3)から0.73秒後、中間膜63の形成に必要なGdターゲット15bのシャッター25も開放され（図4(a)）、3つのFeターゲット14b, Gdターゲット15b, Coターゲット16bを用いた同時スパッタリングが行われる（20秒間）。

【0128】したがって、公転する基板22(1)～22(4)のメモリー膜62上には各々、図9(a)に示される通過順に応じた順番でターゲット物質が付着し、中間膜63（膜厚D63は12nm、具体的な組成はGd33Fe64Co3）が形成される。ここで、メモリー膜62と中間膜63の界面付近におけるターゲット物質の付着順に注目する。図9(a)に示されるように、第3工程（中間膜63の形成）を開始したタイミング(t3)前後に付着したターゲット物質の順番は、4つの基板22(1)～22(4)の何れにおいても等しく、Tb, Fe, Co, Feとなっている。

【0129】仮に、Gdターゲット15bのシャッター25をタイミング(t3)で開放させていれば、2つの基板22(3), 22(4)にはTb, Fe, Gd, Co, Feという順でターゲット物質が付着し、他の基板22(1), 22(2)での付着順Tb, Fe, Co, Feとは、Gdの分だけ異なってしまうことが図9(a)からわかる。

【0130】このように、タイミング(t3)から基板22(1)～22(4)が半周するまでの間(0.73秒間)、Gdターゲット15bのシャッター25を閉鎖させておくことにより、メモリー膜62と中間膜63との界面付近におけるターゲット物質の付着順を4つの基板22(1)～22(4)の何れにおいても等しくすることができる。

【0131】なお、4つの基板22(1)～22(4)に形成された中間膜63におけるターゲット物質の付着順は何れも、Gd, Co, Feを繰り返したものである。そして、第3工程（中間膜63の形成）の終了と同時に、第4工程（記録膜64の形成）が開始される。この第3工程から第4工程への移行に当たって、ターゲット13b～16bの放電状態は維持されるため、上述した第1実施形態と同様、中間膜63の表面がArガスの付着により変質することはない。

【0132】第4工程を開始するタイミング(t4)で、記録膜64の形成に必要なTbターゲット13bのシャッター23が開放される（図4(c)）。また、タイミング(t4)で、成膜条件4（表1(b)）に基づいて、記録膜64の形成に必要なTbターゲット13b, Feターゲット14b, Gdターゲット15b, Coターゲット16bへの印加電力、真空チャンバー1内へのArガスの供給量、真空チャンバー1内のガス圧力、および基板22(1)～22(4)の回転数が各々、最適値に設定される。

【0133】このように設定された条件の下で、20秒間、4つのTbターゲット13b, Feターゲット14b, Gdターゲット15b, Coターゲット16bを用いた同時スパッタリングが行われる。したがって、公転する基板22(1)～22(4)の中間膜63上には各々、図9(b)に示される通過順に応じた順番でターゲット物質

が付着し、記録膜64（膜厚D64は25nm, 具体的な組成はGd13Tb13Fe50Co24）が形成される。

【0134】ここで、中間膜63と記録膜64との界面付近におけるターゲット物質の付着順に注目する。図9(b)に示されるように、第4工程（記録膜64の形成）を開始したタイミング(t4)前後に付着したターゲット物質の順番は、4つの基板22(1)～22(4)の何れにおいても等しく、Co, Fe, Gd, Co, Tbとなっている。

【0135】なお、4つの基板22(1)～22(4)に形成された記録膜61は何れも、Fe, Gd, Co, Tbという順に繰り返してターゲット物質が付着したものである。そして、第4工程（記録膜64の形成）の終了と同時に、第5工程（スイッチング膜65の形成）が開始される。この第4工程から第5工程への移行に当たって、ターゲット13b～16bの放電状態は維持されるため、上述した第1実施形態と同様、記録膜64の表面がArガスの付着により変質することはない。

【0136】第5工程を開始するタイミング(t5)で、スイッチング膜65の形成に必要なGdターゲット15bのシャッター25が閉鎖される（図4(b)）。また、タイミング(t5)で、成膜条件5（表1(b)）に基づいて、スイッチング膜65の形成に必要なTbターゲット13b, Feターゲット14b, Coターゲット16bへの印加電力、真空チャンバー1内へのArガスの供給量、真空チャンバー1内のガス圧力、および基板22(1)～22(4)の回転数が各々、最適値に設定される。

【0137】このように設定された条件の下で、20秒間、3つのTbターゲット13b, Feターゲット14b, Coターゲット16bを用いた同時スパッタリングが行われる。したがって、公転する基板22(1)～22(4)の記録膜64上には各々、図10(a)に示される通過順に応じた順番でターゲット物質が付着し、スイッチング膜65（膜厚D65は12nm, 具体的な組成はTb15Fe78Co7）が形成される。

【0138】ここで、記録膜64とスイッチング膜65との界面付近におけるターゲット物質の付着順に注目する。図10(a)に示されるように、第5工程（スイッチング膜65の形成）を開始したタイミング(t5)前後に付着したターゲット物質の順番は、4つの基板22(1)～22(4)の何れにおいても等しく、Gd, Co, Tb, Fe, Coとなっている。

【0139】なお、4つの基板22(1)～22(4)に形成されたスイッチング膜65は何れも、Tb, Fe, Coという順に繰り返してターゲット物質が付着したものである。そして、第5工程（スイッチング膜65の形成）の終了と同時に、第6工程（初期化膜66の形成）が開始される。この第5工程から第6工程への移行に当たって、ターゲット13b～16bの放電状態は維持される

ため、上述した第1実施形態と同様、スイッチング膜65の表面がArガスの付着により変質することはない。

【0140】第6工程を開始するタイミング(t6)では、4つのシャッター23～26各々の開閉状態は、第5工程での状態のまま保たれる（図4(b)）。また、タイミング(t6)で、成膜条件6（表1(b)）に基づいて、初期化膜66の形成に必要なTbターゲット13b, Feターゲット14b, Coターゲット16bへの印加電力、真空チャンバー1内へのArガスの供給量、真空チャンバー1内のガス圧力、および基板22(1)～22(4)の回転数が各々、最適値に設定される。

【0141】このように設定された条件の下で、20秒間、3つのTbターゲット13b, Feターゲット14b, Coターゲット16bを用いた同時スパッタリングが行われる。したがって、公転する基板22(1)～22(4)のスイッチング膜65上には各々、図10(b)に示される通過順に応じた順番でターゲット物質が付着し、初期化膜66（膜厚D66は30nm, 具体的な組成はTb20Fe16Co64）が形成される。

【0142】ここで、スイッチング膜65と初期化膜66との界面付近におけるターゲット物質の付着順に注目する。図10(b)に示されるように、第6工程（初期化膜66の形成）を開始したタイミング(t6)前後に付着したターゲット物質の順番は、4つの基板22(1)～22(4)の何れにおいても等しく、Fe, Co, Tb, Fe, Coとなっている。

【0143】なお、4つの基板22(1)～22(4)に形成された初期化膜66は何れも、Tb, Fe, Coという順に繰り返してターゲット物質が付着したものである。

【0144】その後、各々の初期化膜66の上面に上部保護膜73が形成され、4つのLIMDOW記録方式の光磁気ディスク60（図3）が完成する。以上説明したように、第2実施形態によれば、同時に4つのLIMDOW記録方式の光磁気ディスク60（図3）を製造するに当たって、第2工程（メモリー膜62の形成）を開始するタイミング(t2)から所定時間（基板が半周する時間）後にシャッター23を開放させるようにしたので、再生膜61とメモリー膜62との界面付近におけるターゲット物質の付着順を、4つの光磁気ディスク60全てにおいて等しくすることができる。

【0145】さらに、第3工程（中間膜63の形成）を開始するタイミング(t3)から所定時間（基板が半周する時間）後にシャッター25を開放させるようにしたので、メモリー膜62と中間膜63との界面付近におけるターゲット物質の付着順を、4つの光磁気ディスク6

50

31

0全てにおいて等しくすることができる。なお、中間膜63と記録膜64との界面付近、記録膜64とスイッチング膜65との界面付近、スイッチング膜65と初期化膜66との界面付近におけるターゲット物質の付着順も、4つの光磁気ディスク60全てにおいて等しい。

【0146】したがって、第2実施形態によれば、1つのロット内で同時に製造される複数の光磁気ディスク60(図3)は、何れも同じ特性のものとなる。その結果、歩留まりが向上する。

(第3実施形態) 次に、本発明の第3実施形態について図11、図12を用いて説明する。

【0147】この第3実施形態は、MSR方式の光磁気*

32

*ディスク80(図11)を製造するに当たって、上述した第1実施形態とほぼ同一構成のスパッタリング装置10(図1)を用い、情報の記録再生に寄与する3つの機能膜81~83(何れも磁性体)を連続的に形成する場合に関する。この場合、制御回路5(図1)のメモリ2には、表2に示されるように、MSR方式の光磁気ディスク80(図11)を構成する再生膜81用の成膜条件1、再生中間膜82用の成膜条件2、メモリー膜83用の成膜条件3が個別に格納されている。これら成膜条件1~3の内容は、上述した第1実施形態の表1(a), (b)と同じである。

【表2】

	成膜条件1 (再生膜用)	成膜条件2 (再生中間膜用)	成膜条件3 (メモリー膜用)
Tbターゲットのシャッター	閉鎖	閉鎖	開放
Feターゲットのシャッター	開放	開放	開放
Gdターゲットのシャッター	開放	開放	閉鎖
Coターゲットのシャッター	開放	閉鎖	開放
Tbターゲットへの印加電力	(480W)	(480W)	480W
Feターゲットへの印加電力	800W	800W	800W
Gdターゲットへの印加電力	400W	440W	(440W)
Coターゲットへの印加電力	200W	(200W)	300W
真空チャンバー内へのArガスの供給量	100sccm	100sccm	200sccm
真空チャンバー内のガス圧力	3.0Torr	3.0Torr	6.0Torr
基板の公転の回転数	90rpm	90rpm	60rpm
成膜時間	4.5sec	8.0sec	6.0sec

一方、制御回路5のCPU51には、MSR方式の光磁気ディスク80(図11)を構成する再生膜81の形成を行う第1工程と、再生中間膜82の形成を行う第2工程と、メモリー膜83の形成を行う第3工程とを、順に連続的に実行する制御プログラムが記憶されている。このCPU51は、第1工程ではメモリ2に格納された再生膜81用の成膜条件1(表2)、第2工程では再生中間膜82用の成膜条件2、第3工程ではメモリー膜83用の成膜条件3に基づいて、駆動モータ23a~26a、スパッタリング電源13a~16a、マスフローコントローラー33、回転モータ12aを個別に制御する。

【0148】ここで、CPU51による駆動モータ23a~26a、スパッタリング電源13a~16a、マスフローコントローラー33、回転モータ12aの個別制御のタイミングは、上述した第1実施形態と同様、第1工程(再生膜81の形成)を開始するタイミング(t1)、第2工程(再生中間膜82の形成)を開始するタイミング(t2)、第3工程(メモリー膜83の形成)を開始するタイミング(t3)ごとに行われる。

【0149】また、CPU51は、第1工程(再生膜81の形成)を開始してから第3工程(メモリー膜83の形成)を終了するまでの間にわたって、真空チャンバー1内からの排気量を常に一定の値(所定値X)に保つようにオリフィス43を制御する。以下、MSR方式の光磁気ディスク80(図11)を製造するに当たり、光磁気ディスク80(図11)を構成する3つの機能膜(再生膜81、再生中間膜82、メモリー膜83)を順次、放電を停止することなく連続的に形成する動作について説明する。

【0150】なお、3つの機能膜81~83の形成動作は、MSR方式の光磁気ディスク80(図11)の基板22上に、下部保護膜92が形成されたのちに行われる。第1工程を開始するタイミング(t1)で、再生膜81の形成に必要なFeターゲット14bのシャッター24、Gdターゲット15bのシャッター25、Coターゲット16bのシャッター26が開放されると共に、再生膜81の形成に不要なTbターゲット13bのシャッター23が閉鎖される(図12(a))。

【0151】また、タイミング(t1)で、表2の成膜条件1に基づいて、再生膜81の形成に必要なFeターゲット14b、Gdターゲット15b、Coターゲット16bへの印加電力、真空チャンバー1内へのArガスの供給量、真空チャンバー1内のガス圧力、および基板22の回転数が各々、最適値に設定される。このように設定された条件の下で、4.5秒間、3つのFeターゲット14b、Gdターゲット15b、Coターゲット16bを用いた同時スパッタリングが行われる。

【0152】したがって、公転する基板22の下部保護膜92上には、Co、Fe、Gdの順に繰り返してタ

33

ゲット物質が付着し、再生膜81（膜厚D81は30nm, 具体的な組成はGd25Fe60Co15）が形成される。そして、第1工程（再生膜81の形成）の終了と同時に、第2工程（再生中間膜82の形成）が開始される。この第1工程から第2工程への移行に当たって、ターゲット13b～16bの放電状態は維持されるため、上述した第1実施形態と同様、再生膜81の表面がArガスの付着により変質することはない。

【0153】第2工程を開始するタイミング（t2）で、再生中間膜82の形成に必要なFeターゲット14bのシャッター24, Gdターゲット15bのシャッター25が開放されると共に、再生膜81の形成に不要なTbターゲット13bのシャッター23は閉じたまま、Coターゲット16bのシャッター26が閉鎖される（図12(b)）。

【0154】また、タイミング（t2）で、表2の成膜条件2に基づいて、再生中間膜82の形成に必要なFeターゲット14b, Gdターゲット15bへの印加電力、真空チャンバー1内へのArガスの供給量、真空チャンバー1内のガス圧力、および基板22の回転数が各々、最適値に設定される。このように設定された条件下で、80秒間、2つのFeターゲット14b, Gdターゲット15bを用いた同時スパッタリングが行われる。

【0155】したがって、公転する基板22の再生膜81上には、Fe, Gdの順に繰り返してターゲット物質が付着し、再生中間膜82（膜厚D82は50nm, 具体的な組成はGd29Fe71）が形成される。そして、第2工程（再生中間膜82の形成）の終了と同時に、第3工程（メモリー膜83の形成）が開始される。この第2工程から第3工程への移行に当たって、ターゲット13b～16bの放電状態は維持されるため、上述した第1実施形態と同様、再生中間膜82の表面がArガスの付着により変質することはない。

【0156】第3工程を開始するタイミング（t3）で、メモリー膜83の形成に必要なTbターゲット13bのシャッター23, Feターゲット14bのシャッター24, Coターゲット16bのシャッター26が開放されると共に、メモリー膜83の形成に不要なGdターゲット15bのシャッター25が閉鎖される（図12(c)）。また、タイミング（t3）で、表2の成膜条件3に基づいて、メモリー膜83の形成に必要なTbターゲット13b, Feターゲット14b, Coターゲット16bへの印加電力、真空チャンバー1内へのArガスの供給量、真空チャンバー1内のガス圧力、および基板22の回転数が各々、最適値に設定される。

【0157】このように設定された条件下で、60秒間、3つのTbターゲット13b, Feターゲット14b, Coターゲット16bを用いた同時スパッタリングが行われる。したがって、公転する基板22の再生中間

34

膜82上には、Tb, Fe, Coの順に繰り返してターゲット物質が付着し、メモリー膜83（膜厚D83は25nm, 具体的な組成はTb21Fe58Co21）が形成される。

【0158】そして、タイミング（t3）から60秒経過したタイミングにおいて、全てのターゲット13b～16bの放電が停止され、3つの機能膜81～83の連続形成が終了する。その後、メモリー膜83の上面に上部保護膜93が形成され、図11に示されるMSR方式の光磁気ディスク80が完成する。

【0159】以上説明したように、第3実施形態によれば、MSR方式の光磁気ディスク80（図11）を製造するに当たって、情報の記録再生に寄与する3つの機能膜81～83（何れも磁性体からなる）を順次、放電を停止することなく連続的に形成することができる。したがって、光磁気ディスク80（図11）を構成する3つの機能膜81～83の間に存在する5つの界面の全てにおいて、Arガスの付着による変質が生じない。

【0160】このように、磁性体からなる機能膜どうしの界面が変質していない光磁気ディスク80（図11）では、界面における交換結合力の伝達が正常に行われ、MSR方式による情報の再生が正常に機能する。したがって、第3実施形態によれば、MSR再生方式の光磁気ディスク80（図11）を製造するに当たって、歩留まりが向上する。

【0161】また、第3実施形態のMSR方式の光磁気ディスク80によれば、再生ビームの照射によってビームスポット内に生じる温度分布を利用し、ビームスポットよりも小さいアーチャー領域（中温領域）のみで、高密度に記録された記録マークを1つずつ正確に再生することができる。また、第3実施形態では、基板22上に再生膜81, 再生中間膜82, メモリー膜83が形成され、ビームスポットよりも小さい中温領域で記録マークを再生するMSR再生方式、すなわちD-RAD (Doubled masked Rear Aperture Detection) 再生方式（例えば、特開平4-255946号公報）を例に説明したが、その他、ビームスポット内の所定温度よりも高温となった領域で再生を行うCAD (Center Aperture Detection) 再生方式、静磁結合再生方式や、ビームスポット内の低温領域で再生するFAD (Front Aperture Detection) 再生方式など、如何なるMSR再生方式の光磁気ディスクについても同様に、放電を停止することなく連続的に形成することができる。

【0162】また、上記した実施形態では、光磁気ディスクを例に説明したが、相変化ディスクを構成する複数の機能膜についても同様に、放電を停止することなく連続的に形成することができる。

【0163】

【発明の効果】上記したように、請求項1から請求項1に記載した発明によれば、情報の記録再生に寄与する

複数の機能膜を順次、放電を停止することなく連続的に形成するので、Arガスによる機能膜間の界面状態の変質を防止できると共に、複雑な位置合わせを行うことなく機能膜間の界面付近におけるターゲット物質の付着状態を揃えることもでき、歩留まりの向上が図られる。さらに、スループットの向上が図られ、製造コストを低下させることもできる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1実施形態のスパッタリング装置10の構成を示す説明図である。

【図2】(a)は、スパッタリング装置10における4つのターゲットホルダ13～16の配置、およびシャッター23～26の開閉状態を説明する図である。(b)は、公転する基板22が「ターゲットの直上の領域」を通過する順番を示す図である。

【図3】LIMDOW記録方式の光磁気ディスク60の構成を示す断面図である。

【図4】(a)は、第1実施形態の第1工程、第3工程におけるシャッター23～26の開閉状態を示す図である。(b)は、第1実施形態の第2工程、第5工程、第6工程におけるシャッター23～26の開閉状態を示す図である。(c)は、第1実施形態の第4におけるシャッター23～26の開閉状態を示す図である。

【図5】(a)～(g)は、第1実施形態の第1工程～第6工程において、公転する基板22が「ターゲットの直上の領域」を通過する順番を示す図である。

【図6】基板ホルダ12に4つの基板22(1)～22(4)が保持された状態を示す説明図である。

【図7】第2実施形態の第2工程、第3工程の開始直後におけるシャッター23～26の開閉状態を示す図である。

【図8】(a)、(b)は、第2実施形態の第1工程、第2工程において、公転する4つの基板22(1)～22(4)が「ターゲットの直上の領域」を通過する順番を示す図である。

【図9】(a)、(b)は、第2実施形態の第3工程、第4工程において、公転する4つの基板22(1)～22(4)が「ターゲットの直上の領域」を通過する順番を示す図である。

【図10】(a)、(b)は、第2実施形態の第5工程、第6工程において、公転する4つの基板22(1)～22(4)が「ターゲットの直上の領域」を通過する順番を示す図

である。

【図11】MSR再生方式の光磁気ディスク80の構成を示す断面図である。

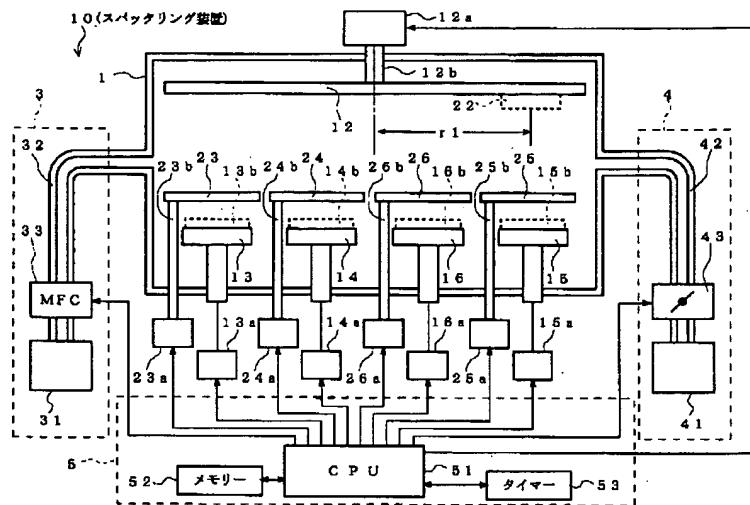
【図12】(a)～(c)は、第3実施形態の第1工程～第3工程におけるシャッター23～26の開閉状態を示す図である。

【図13】スパッタリング装置100の構成を示す説明図である。

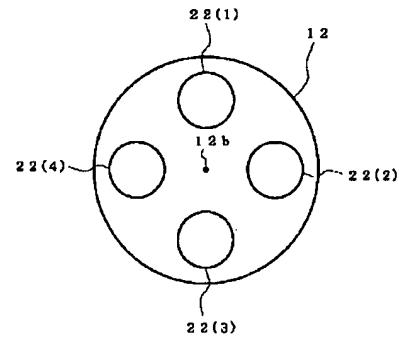
【符号の説明】

10	1 真空チャンバー
	3 ガス供給系
	4 排気系
	5 制御回路
	10, 100 スパッタリング装置
	12 基板ホルダ
	12a 回転モータ
	12b, 23b～26b 回転軸
	13～16 ターゲットホルダ
	13a～16a スパッタリング電源
20	13b～16b ターゲット
	22 基板
	22A 基板公転方向
	23～26 シャッター
	23a～26a 駆動モータ
	31 Arガスポンベ
	32 ガス供給管
	33 マスフローコントローラ
	41 真空ポンプ
	42 排気管
30	43 オリフィス
	51 CPU
	52 メモリー
	53 タイマー
	60, 80 光磁気ディスク
	61, 81 再生膜
	62, 83 メモリー膜
	63 中間膜
	64 記録膜
	65 スイッチング膜
40	66 初期化膜
	72, 73, 92, 93 保護膜
	82 再生中間膜

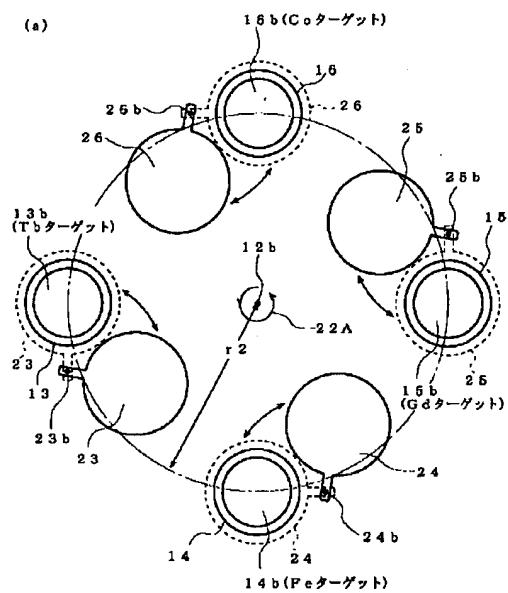
【図1】



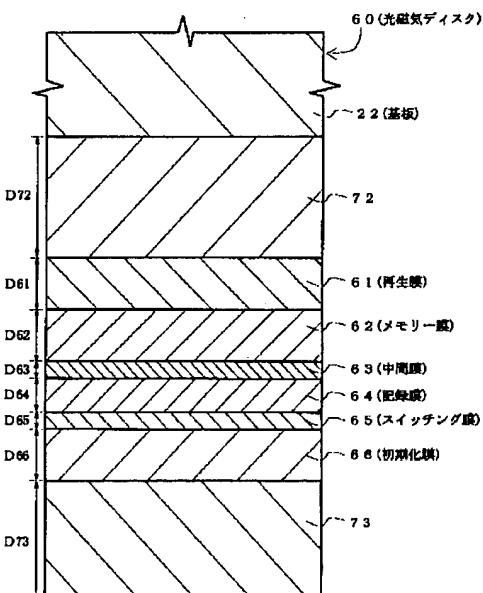
【図6】



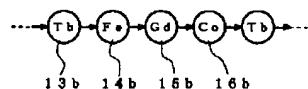
【図2】



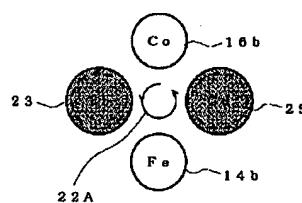
【図3】



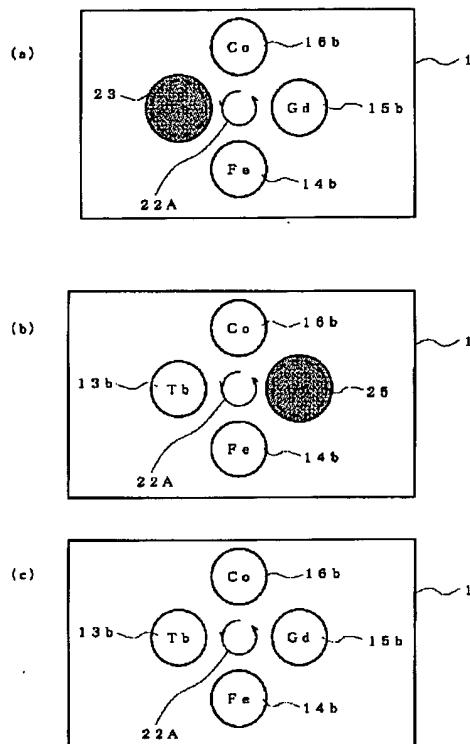
(b)



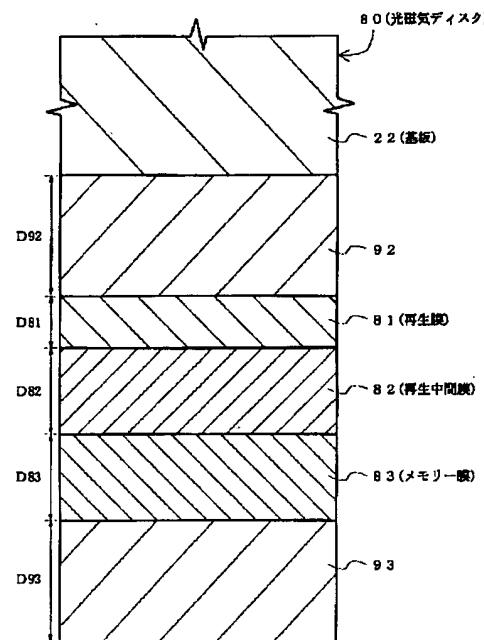
【図7】



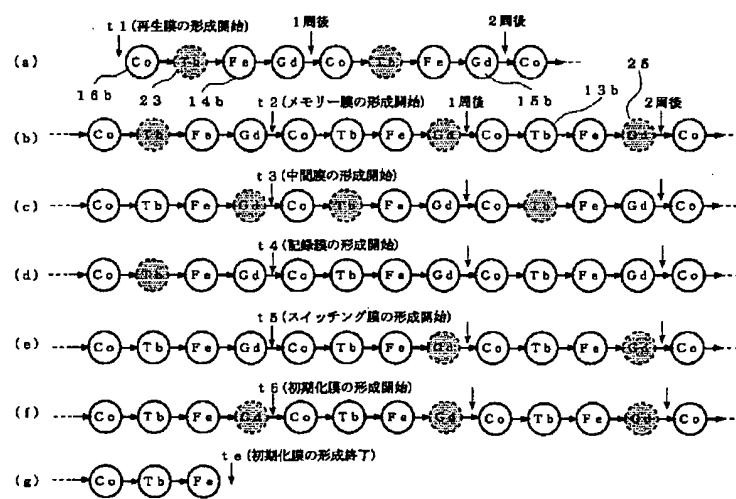
【図4】



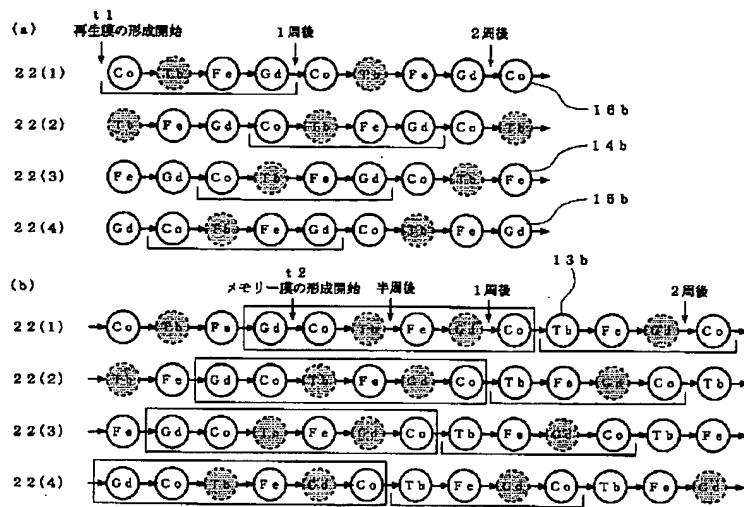
【図11】



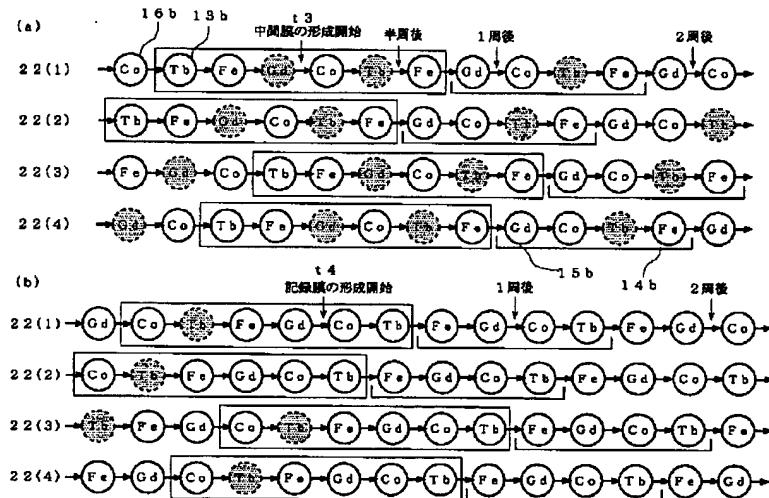
【図5】



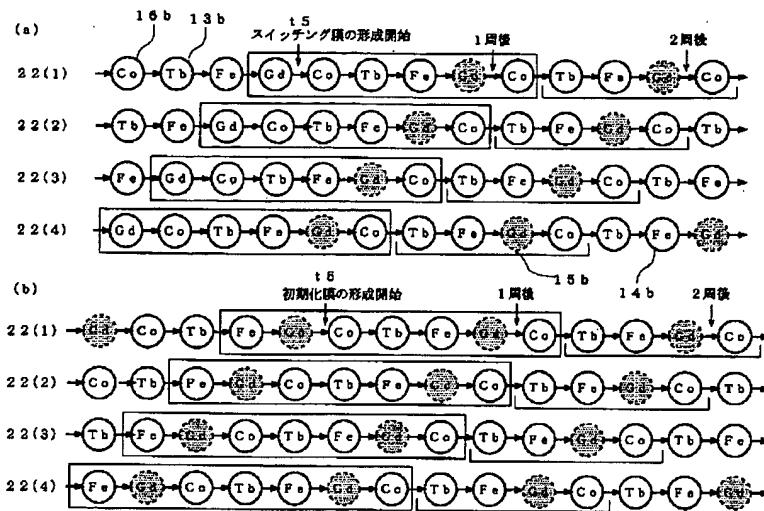
【図8】



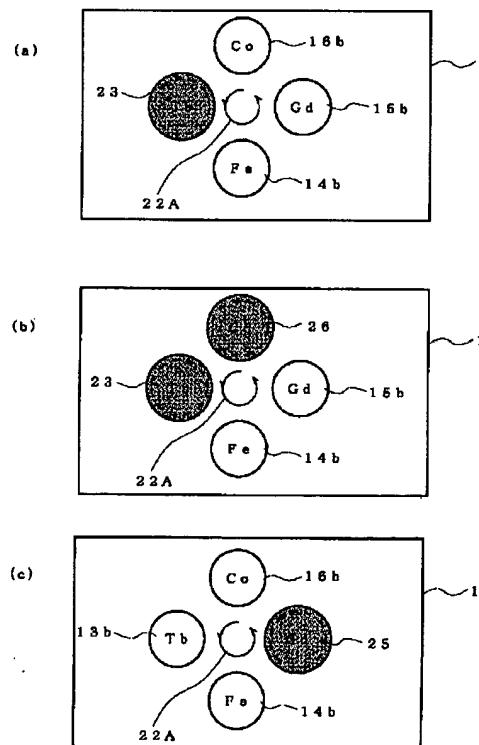
【図9】



【図10】



【図12】



【図13】

